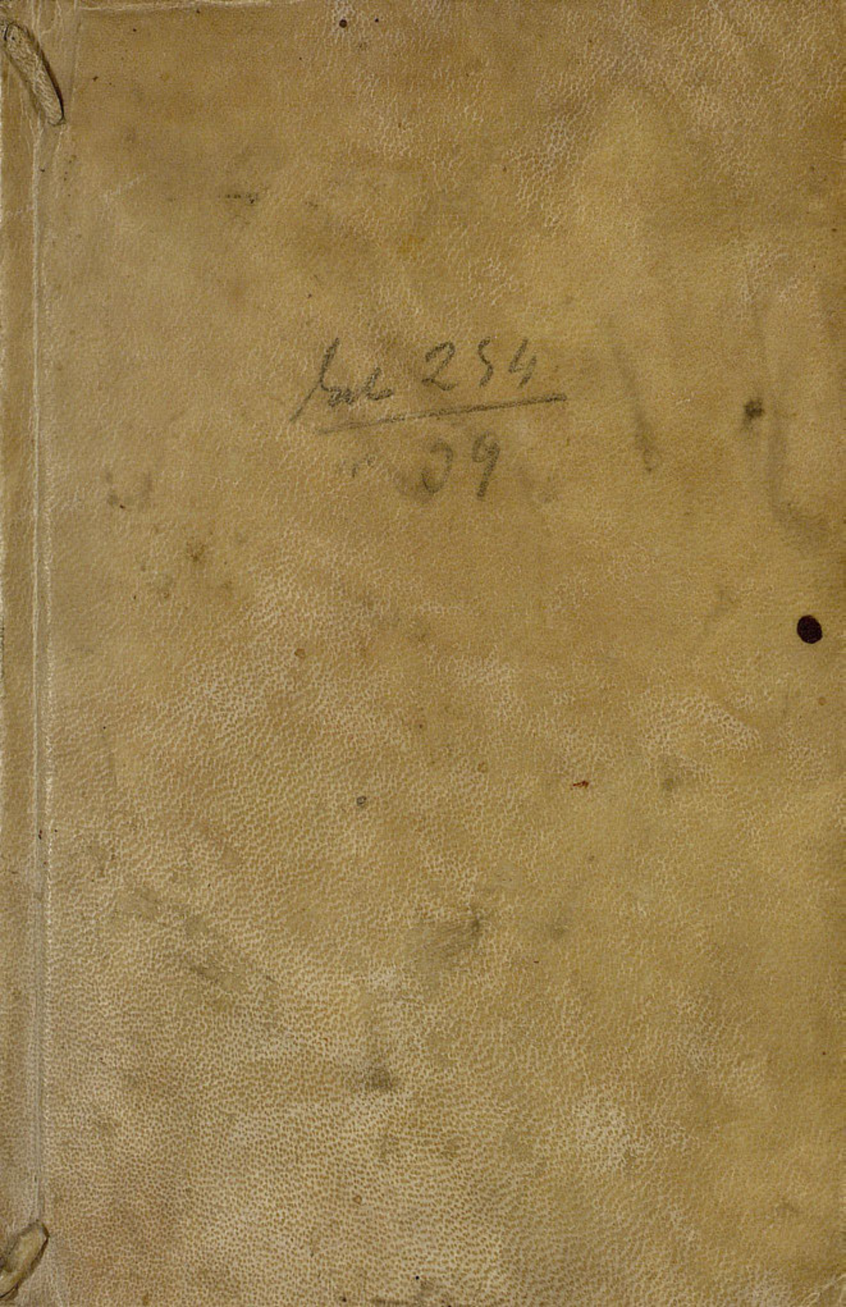
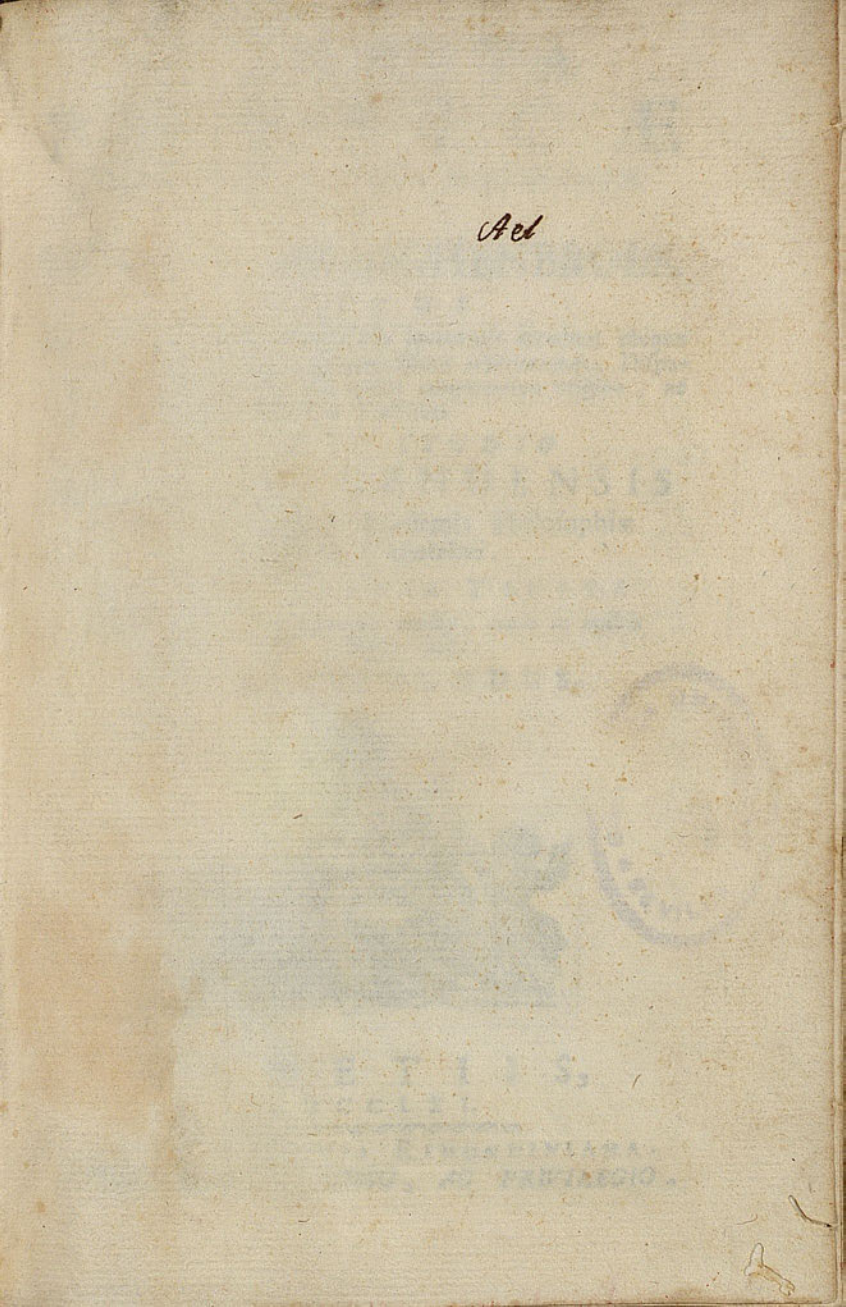
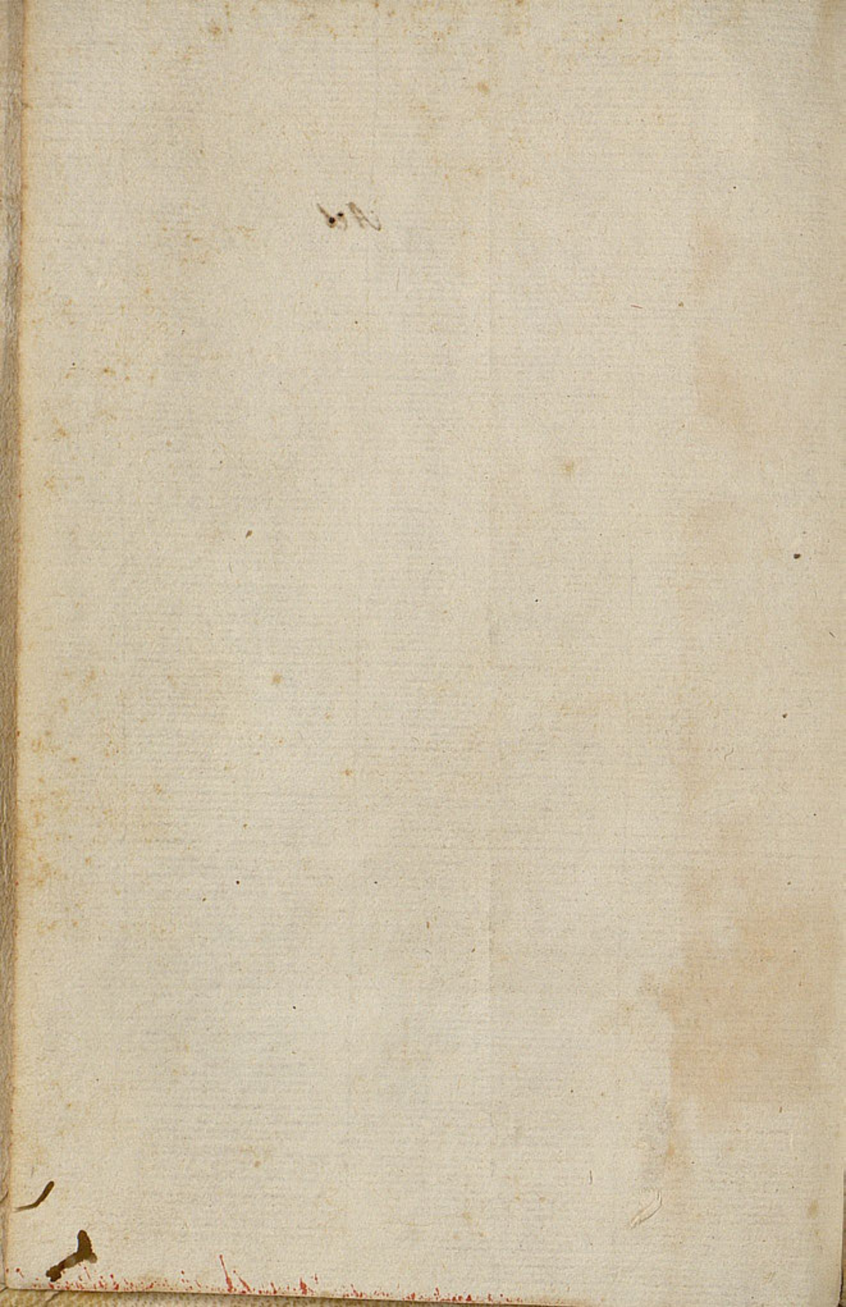

Sal 254
39


Ael



ELEMENTA PHYSICÆ

CONSCRIPTA IN USUS ACADEMICOS

A

PETRO VAN MUSSCHENBROEK

QUIBUS

Nunc primum in gratiam studiosæ juventutis accedunt ubique auctaria quamplurima, frequentissimæ adnotationes, Disputatio Physico-historica de rerum corporearum origine, ac demum de rebus Cælestibus Tractatus

OPERA ET STUDIO

ANTONII GENUENSIS

In Regia Neapolitana Academia Philosophiæ Professoris celeberrimi.

EDITIO TERTIA VENETA

Ad novissimam Neapolitanam exacta, atque in multis emendata atque aucta.

TOMUS SECUNDUS.





VENETIIS,

MDCCLXI.

EX TYPOGRAPHIA REMONDINIANA.

SUPERIORUM PERMISSU, AC PRIVILEGIO.

Cum animus cælum, terras, maria, omniumque rerum naturas respexerit, eaque unde generata, quo recurrant, quando, quomodo obitura, quid in iis mortale & caducum, quid divinum, æternumque sit viderit, in hac illa magnificentia rerum, atque in hoc conspectu, & cognitione naturæ, Dii immortales! quam ipse se noscet, quam despiciet, quam pro nihilo putabit ea, quæ vulgo dicuntur amplissima? *Cic. Leg.* I.

ORDO CAPITUM

Secundi Tomi

PHYSICÆ ELEMENTORUM.

CAP. XXVII. De Proprietatibus Lucis generalibus. Pag. 3.
XXVIII. *De Luce refracta.* 16
XXIX. *De Luce illapsa in superficies Planas & Sphæricas Mediorum refrigentium.* 26
XXX. *De Luce ex Aere illapsa in Vitrum, atque ex eo iterum in Aerem transeunte.* 32
XXXI. *De diversa Radiorum refrangibilitate, & Coloribus.* 36
XXXII. *Descriptio Oculi.* 47
XXXIII. *De Lucis transitu per Oculi humores, & de Visione.* 58
XXXIV. *Dioptrica.* 79
XXXV. *Catoptrica.* 90
XXXVI. *De Aere.* 112
XXXVII. *De Sono.* 149
XXXVIII. *Generalia de Meteoris Aereis.* 170
XXXIX. *De Meteoris Aqueis.* 181
XL. *De Meteoris Igneis.* 211
XLI. *De Meteoris Aereis, sive de Ventis.* 232



ORDO CAPITUM

TRACTATUS DE REBUS CÆLESTIBUS.

De Mundi Systemate.

PARS PRIMA.

CAP. I. *IDea Generalis Systematis Planetarii.* Pag. 253
II. *De Motu apparenti.* 273
III. *De Phænomenis Solis ex Motu Telluris in Orbita.* 276
IV. *De Phænomenis Planetarum inferiorum ex horum, & Telluris Motibus in Orbitis suis.* 278
V. *De Phænomenis Planetarum superiorum, ex horum & Telluris Motibus in Orbitis suis.* 282
VI. *De Phænomenis Satellitum, ex Motu horum in Orbitis. Ubi de Eclipsibus Solis & Lunæ.* 284
VII. *De Phænomenis ex Motu Solis, Planetarum, & Lunæ circa Axes.* 290
VIII. *De Phænomenis Telluris Superficiem, & peculiares hujus Partes, spectantibus.* 295
IX. *De Phænomenis ex Motu Axeos Telluris.* 309
X. *De Stellis fixis.* 312

PARS SECUNDA,

Motuum Cælestium Causas Physicas declarans.

CAP. XI. *DE universali Gravitate.* Pag. 318
XII. *De Motu Telluris.* 323
XIII. *De Densitate Planetarum.* 327
XIV. *De Causa motus Planetarum, quam* Renatus des Cartes *commentus est.* 331
XV. *De Causis Motuum Cælestium a celeberrimo D. Leibnitio adductis.* 345
XVI. *Totius Systematis Planetarii Explicatio Physica secundum Cl. Isaaci Newtoni principia.* 351
XVII. *Motus Lunæ Explicatio Physica.* 357
XVIII. *De Planetarum Figuris.* 372
XIX. *Motus Axeos Telluris Explicatio Physica.* 375
XX. *De Æstu Maris.* 376
XXI. *De Lunæ Densitate & Figura.* 382

ELEMENTA PHYSICÆ.

CAP. XXVII.

De Proprietatibus Lucis generalibus.

§. 841. GNEM, præter vires rarefaciendi & calefaciendi corpora, etiam facultatem lucendi habere, adſeruimus ſupra: hanc breviter in aliquot capitibus examinabimus.

§. 842. Quicquid efficit, ut mediantibus oculis animus videat, Lux eſt: Quæ vel directe e corpore lucente emiſſa, vel a corporibus illuminatis reflexa, oculos ingreditur. Ope Lucis videmus objecta lucentia, objecta non lucentia, Quantitatem, Figuram, Locum, Situm, Diſtantiam, Continuum, Separatum, Motum, Quietem, & Colores. Luce abſente horum omnium nihil videmus. Ut autem memorata videamus, oportet, ut oculus notabili intervallo ab objectis abſit.

§. 843. Scintilla lucens minima in omni puncto ſuperficiei ſphæræ conſpici poteſt, cujus centrum ſcintilla occupat: inter ſcintillam & oculum in linea recta opaco interpoſito obice, lux non videtur: quare conſpicitur quaſi in radiis e centro ſphæræ ad totam ſuperficiem emiſſis (1).

§. 844. Hanc ob cauſam Philoſophi lucem, in rectis lineis delatam, *Radios Lucis* vocarunt.

(1) Hinc non lateraliter & flexuoſa via, ſed recta undique linea ex centro in circuitum lucis propagationem fieri conſtat: ideo enim inter ſcintillam & oculum opaco interpoſito obice umbra poſt hujus tergum ſpargitur, quod lucis radii a ſcintilla tanquam ex centro prodeuntes, & obicis margines perſtringentes recta ſubinde progrediantur, quin in obicis tergum deflectant. Hinc Planetarum oriuntur umbræ ab eorum parte, quæ eſt Soli averſa; in quarum umbrarum ſpatia cum alii verſantur Planetæ, deliquium vel eclipſim pati dicuntur, quod ſcilicet ibi nulli ſint ſolares radii, qui ad oculos regerantur. Directa item ra-

§. 845. Horum radiorum ſubtilitas ingens eſt, & lineis Geometricis fere æmula: ſi enim chartæ inflictum acu ſit exiguum foramen, per id Spectator ſupinus omnia objecta in hemiſphærio cæleſti videbit: Erectus autem cæli quartam partem, una cum omnibus ſolo inſiſtentibus ante ſe corporibus adſpiciet: adeo ut innumera radiorum, ab objectis aut emiſſorum aut reverberatorum copia, per exiliſſimum tranſiens foramen, ſubtilitatem oſtendat, quantam conſequi acies ingenii humani non poſſit.

2. Si ſebacea vulgaris ardens candela noctu in apice altæ turris ponatur, ad diſtantiam dimidii milliaris a turre, ab omni parte videri poteſt; quare nullus in ſphæra, diametri unius milliaris, oculo concedi locus poteſt, qui non e flammula radium lucis recipiat. Radii hi omnes in flamma aggregati fuerunt; quæ cum ſit exigua reſpectu ingentis ſphæræ, quæ illuminatur, ſummam radiorum ſubtilitatem quoque probat.

3. Lux quoque penetrat per Adamantum, Gemmarum, Vitrorum poros, qui adeo anguſti ſunt, ut ope quorumcunque Microſcopiorum detegi hucuſque non potuerint.

§. 846. Radiorum lucentium longitudo eſt fere infinita: non enim modo a Sole ad Terram exporriguntur, quæ tanto intervallo a ſe diſtant, ut e tormento bellico exploſus rapidiſſima celeritate globus, id vix 25. annorum ſpatio emetiri poſſit: ſed etiam radii a Stellis fixis remotiſſimis ad nos uſque extenduntur, quarum diſtantia in immenſum major priori; cum enim ex recentiſſimis Bradleji obſervationibus, annuæ parallaxeos angulus (1) non major minuto

radiorum lucis propagatio vel ex eo liquet, quod ſi per exiguum foramen in feneſtra factum, obſcuram domum ſolaris radius ingrediatur, per totum qua patet ſpatium, a foramine uſque ad corpus opacum ulteriori propagationi reſiſtens, linea recta lucida videbitur, in directum cum alia a foramine ad Solem jacens. Quod ſi in oppoſito opaco obice e regione ejus foraminis aliud fiat aliquanto majus foramen, per quod admiſſus radius excipiatur, & tranſeat, tam manebit obſcurum cubiculum, quam ſi nulla lux per illud tranſiſſet. Lucis ergo radii per cubiculum tranſeuntes nihil lateraliter valent, iidemque ad viſionem nil conferunt, niſi recta in oculos incidant, eoſque percellant.

(1) Is ſcilicet angulus, quem in centro ſtellæ efficiunt duæ rectæ ductæ ex terminis diametri ejus orbitæ, quam Tellus in ſyſtemate Copernicano annuo motu deſcribit. Ex eo autem obſervato angulo innoteſcit per Trigonometriam fixæ diſtantia a Terra, quemadmodum ſuo loco demonſtrabitur.

minuto ſecundo colligatur, erit Stellarum diſtantia a Terra tanta, ut eam globus tormentarius non niſi annis 1041*66666636* percurrere poſſit.

§. 847. Quoniam in hac immenſa diſtantia Stellæ luce vividiſſima micant, erit radiorum robur non, vel parum imminutum: quod, niſi per ſpatium cæleſte vacuum, & nullo modo reſiſtens, lucemve reflectens aut intercipiens, radii tranſiviſſent, concipi nequit (1).

§. 848. Quoniam Lux e ſcintilla, vel e quolibet corpore lucente in lineis rectis, tanquam a centro in omnem ſphæræ ambitum exit, radiis a ſe divergentibus exibit. Horum nonnulli SA, SE (*Tab.* 1. *Fig.* 11.) magis, alii SA, SB minus divergunt.

§. 849. Propter hanc lucentium radiorum divergentiam, lucis denſitas in majori intervallo a centro lucente decreſcit, quidem in ratione reciproca duplicata diſtantiarum a centro: quod demonſtratione ſimili, ac data fuit in §.228. probatur. Id quoque multis Experimentis, tam ope radiorum Solarium, quam candelæ, facillime ad oculum demonſtratur (2).

A 3 §. 850.

(1) Quod hic innuit Auctor pro ſpatio cæleſti vacuo argumentum, vim modo habet, ſi ſyderum lucem ponatur conſiſtere in effluviis ſubſtantialibus rapidiſſimo motu ab iiſdem ſyderibus ad nos uſque propagatis: qui enim ejuſmodi effluviorum prærapida diffuſio per ingentia cælorum ſpatia poſſet intelligi, niſi hæc aut abſolute vacua, aut interſperſis vacuolis undique pervia ſtatuerentur? fac quippe omnia plena; continens igitur ex oppoſito denſo corpore impedimentum luci eſſet, neque adeo tam libere ad nos ea poſſet pervenire. At ſi lucem non per tranſlationem ſubſtantiæ corporis lucidi, ſed ſola motus communicatione a corpore lucido per interpoſitum medium ad oculos uſque propagari ſtatuas, id pro vacuo argumentum nullam habet vim. In ſequentibus vero patebit priorem de lucis propagatione ſententiam præ altera probabiliorem eſſe, omnemque adeo ei argumento eſſe vim.

(2) Experimentum candelæ Auctori memoratum eſt hujuſmodi. Obſcuro conclavi funale admoveatur unico accenſo ejus ellychnio; tum ſcriptum aliquod in ea diſtantia a flamma removeatur, donec ultimo legi poſſit; adeo ut ſi paulo remotius fiat, legi ulterius nequeat; ſitque ea diſtantia decem e.g. paſſuum. Accendatur præterea alterum ellychnium, vel adhuc tertium, omnibus paribus; tum ponatur ſcriptum in dupla diſtantia, paſſuum ſcil. 20; ibi tamen haud legi ſcriptum poterit; legetur tandem in eadem 20 paſſuum di-

§. 850. Lux ex quolibet corpore lucente exit, & pernici velocitate prorepit.

Ex observatis Circumjovialium Eclipsibus hoc a Romero (*a*) demonstratum fuit. Sit A (*Tab.* 1. *Fig.* 1.) Sol, BCDE orbita annua terræ, F Jupiter, HGN orbita intimi Satellitis, G Satelles ingrediens umbram Jovis, H idem ex umbra exiens. Si Terra versante in B, Satelles egredi ex umbra visus sit, post $42\frac{1}{2}$ horas iterum similis emersio observabitur; & si Terra semper maneat in B, intra trigesies $42\frac{1}{2}$ horas, 30 emersiones videbuntur. Verum interea Terra, recedendo a Jove, moveatur ad C, tum si Lux impendat tempus in suo decursu, emersio Satellitis tardius in C observabitur, quam antea observabatur in B, atque tempori horarum $42\frac{1}{2} \times 30$ id addendum erit, quod lumen impendit, transeundo spatium MC, quod est differentia spatiorum CH, BH. Plurimorum annorum observationes ostenderunt, hoc tempus esse admodum notabile, & quidem decem minutorum vel plurium, ex quibus colligendum est, Lucem tempus 8', 13'' secundum Cl. Bradlejum impendere, ut distantiam, quæ inter Solem Terramque intercedit, percurrat. Er quamvis nonnullæ inæqualitates temporis ab excentricitatibus orbitarum Satellitum oriri possint, hæ non convenire possent in omnibus Satellitibus, tum in quolibet Terræ situ in sua orbita (1).

2. Re-

(a) *Hugenius de la Lumiere Ch.* 1.

distantia, cum quartum accensum erit ellychnium. Ex hoc autem experimento densitatis lucis decrementum in reciproca duplicata distantiarum a centro ratione nullo negotio deducitur: inde enim liquet ab una & simplici flamma genitam lucem in distantia decem passuum æqualem esse luci genitæ in distantia passuum 20 a quatuor similibus flammis: Sed in eadem distantia 20 passuum lux a quatuor genita flammis quadrupla est lucis genitæ ab unica flamma in eadem distantia, ob effectum causæ suæ proportionalem: Ergo lux genita ab unica flamma in distantia decem passuum quadrupla erit lucis genitæ ab unica adhuc flamma in distantia dupla, seu passuum 20; quemadmodum 400 quadratum distantiæ 20 quadruplum est 100, seu quadrati distantiæ decem. Intensio ergo lucis in ea ratione decrescit, qua distantiarum quadrata crescunt.

(1) At id hic adnotandum non defuisse, qui alii causæ præter successivam lucis propagationem eam temporis inæqualitatem esse tribuendam contenderint. Cl. quidem Cassinus,

2. Recentiores Aſtronomi detexerunt, Stellas fixas non-
A 4 nullis

ſinus etſi primum cum Romero ſenſerit, brevi tamen ſententiam ſuam mutavit, eo ductus argumento, quod eadem temporis differentia in ſingulorum Satellitum emerſionibus obſervanda foret, ſi revera a ſucceſſivo luminis motu ea penderet : at pro ſingulis Satellitibus diverſa deprehenſa eſt Viro Cl. Verum Cl. Hallejus, qui tabulas Caſſinianas de motu intimi Satellitis in compendium reduxit, facilioremque computationem reddidit, ejuſmodi exhibuit obſervationes, ex quibus ſequitur eandem temporis differentiam pro emerſionibus tertii & quarti ſatellitis obtinere, quæ in intimi ſatellitis emerſionibus obſervata eſt. Cl. etiam J. Pound Anglus, qui plures de Jove, aliiſque corporibus cæleſtibus accuratas inſtituit obſervationes, quique tabulas primi Satellitis Caſſinianis correctiores exhibuit, teſtatur ſe plurium annorum obſervationibus eandem temporis varietatem in ſingulorum Satellitum emerſionibus obſervaſſe. Atque ita Caſſini ſubmota difficultate, integra Romeri argumento manet vis.

At nova argumenta contra eandem Romeri ſententiam produxit Maraldus Academiæ Scientiarum Aſtronomus An. 1707. Eorum præcipuum eſt quod ſecundum recentiores Aſtronomos, Jupiter, quemadmodum ceteri Planetæ, Ellipſim circa Solem deſcribat, in cujus focorum altero datur Solis centrum : hinc non eadem ubique Jovis a Sole diſtantia : maxima diſtantia minimam ſuperat quantitate æquali dimidiatæ diſtantiæ Solis a Tellure ; atque adeo variata ejuſmodi diſtantia, emerſionis retardatio reſpondenti varietate obſervaretur; quod tamen indicatis obſervationibus minime quadrare contendit Maraldus. Verum laudatus J. Pound plurium annorum obſervationibus contrarium ſibi conſtitiſſe tradit; obſervatum ſcil. ſibi id temporis diſcrimen in emerſione primi Satellitis, quod variæ Jovis a Sole diſtantiæ reſpondet. Ceterum Maraldi argumentis occurrit Cl. Granjean in comm. Pariſ. 1732.

Interim ex demonſtrata ſucceſſiva lucis propagatione duo conſequuntur. 1. Immenſam pene eſſe lucis velocitatem, qua a Sole ad Tellurem diffunditur, cum ingens interjectum ſpatium, quod ſecundum Cl. Aſtronomorum ſupputationem, pila eadem ſemper cum velocitate, qua e tormento bellico egreditur, 25 annorum tempore emetiretur, lux octo minutorum ſpatio peragrat. Sonorum ſane propagationem velociſſimam eſſe conſtat, ſinguliſque arteriæ pulſibus 180. hexapedas conficere teſtatur Cl. Hugenius *tractatu de lum. c. 1.*; at lucis velocitas ſecundum ejuſdem Cl. Viri ſupputationem centies millies major eſt velocitate ſoni. Eadem quoque lucis velocitas ad ejuſdem pilæ e tormento bellico exploſæ velocitatem, ſecundum Auctoris noſtri calculum §. 852. eam habet rationem, quam 1634683 ad 1.

2. Colligi hinc etiam poteſt, ſaltem præterpropter, temporis intervallum, quo lux a ſtellis fixis ad noſtram uſque tellurem propagatur. Siquidem ſecundum mox laudatas Bradlei obſervationes, ſi qua eſt fixarum annua parallaxis, ea unius minuti ſecundi angulum haud quaquam excedit, ex quo inde facile inito calculo colligitur ſtellarum a Tellure diſtantiam Solis diſtantia ab eadem tellure, 400000 vicibus majorem eſſe. Si ergo lux a Sole ad nos interjectum iter 8 minutorum intervallo conficit, per regulam proportionum inito calculo, ceteriſque paribus ſuppoſitis, reperietur a prædictis ſtellis ad noſtram uſque tellurem ſex annorum ſpatio pervenire lucem. Sed ſtellæ, quæ parallaxis angulum unius ſecundi habent, primæ ſunt magnitudinis ; igitur quæ ſexta magnitudine fulgent, poſito, quod earum diſtantia, priore ſextuplo major ſit, nonniſi 36 annorum ſpatio ſuam lucem ad tellurem uſque tranſmittent.

nullis subjici aberrationibus, quarum ordo per annuam parallaxin repræsentari non potest, neque a refractionibus, nec a nutatione axis terrestris pendet, verum explicari potest facile & clarissime, si luci motus successivus e stellis fixis ad Terram, atque huic motus annuus circa Solem tribuatur; quemadmodum solertissimus Bradlejus (*a*) elegantissime demonstravit; cujus doctrina contra aliorum (*b*) difficultates inconcussa manet. Terram enim supponere immobilem, & circa eam Solem moveri, ex auctoritate SS. Patrum, est hac tempestate lusus in re seria: nec magis stringunt nonnulla loca ex S. Scripturis petita, & male intellecta, aut inversa, uti olim a multis probatum fuit (*c*) (1).

3. Lucem autem moveri, aliis adhuc argumentis evinci potest: Quid enim est lux præterquam Ignis, in rectis delatus lineis, ingressusque oculos? Verum Ignis movetur, uti Capite superiori evictum est. Ignis adhærens corporibus simul cum iis, quæ volatilia facta sunt, movetur; uti ex vapore calido adscendente, & ex fumo calente patet. Præterea omnia ardentia & lucentia consumuntur, ac tandem deficiunt, quod fieri nequit, nisi per emanationem lucis & materiæ combustæ.

4. Nonne caput fulminis, ejusque radios, & finem distinguimus, etiamsi velocissime lux moveatur?

5. Lucem Solis, radiis constantem fere parallelis, ope sphærici concavi speculi a parallelismo removemus, reddimusque convergentem in focum: quæ aberratio a via priori absque motu radiorum peragi nequit: tum vero radios vehementissime moveri, patet ex eorum impetuosissima actione.

6. Possumus quoque radios lucis a se separare, tum vitris

(a) *Philos. Trans. N.* 406. *Smith. Optiks B.* 4. *C.* 7.

(b) *Commentarii Bononiens. p.* 627. (c) *Velthuisius de quiete Solis. Horrebovii Copernicus Triumphans.*

(1) De fixarum aberrationibus, earumque caussis in adjecto tractatu Astronomico opportunior fortasse erit disquirendi locus. De iis quidem acute & pereleganter commentatus est Cl. Bradlejus; at quam earundem aberrationum tradit rationem a lucis successiva propagatione, & telluris motu dependentem, utut iisdem explicandis accommodatissimam, meræ tamen hypothesis limites haud excedere satius adfirmare ducimus, quam Telluris motum Ecclesiæ Romanæ Theologis improbatum adstruere. Ceterum quod Auctor noster pro Telluris motu adversus eorundem Theologorum sententiam pugnet, mirum esse non debet, quod extra Romanæ Ecclesiæ communionem is sit, ut alibi observavimus.

tris concavis ſphæricis, tum priſmaticis, atque lucem in quemcumque locum, ubi antea non aderat, dirigere: quod fieri non poſſet, niſi lux moveretur, atque ex lucente corpore exiret.

7. Immo in refractionibus per diverſa media accelerantur & retardantur radii lucis, adeoque moventur.

§. 851. Hinc cadit doctrina Acutiſſimi Carteſii (*a*), qui Lucem diffuſam per Univerſum, corporibus plenum, concipiebat, eamque a corpore lucente premi, preſſam percipi ab oculo, ad alterum radii extremum poſito, non vero exire, adfirmabat (1). Verum ſecundum hanc hypotheſin

(a) *Dioptr. Cap.* 1. §. 3. *&* *in Ep.* 17. *p.* 2.

(1) Carteſii de lucis natura ſententiam leviter Auctori indicatam paulo fuſius præſtat exponere. Imprimis Solem, ſtellas, aliaque ex ſe lucentia corpora nil aliud eſſe reputat Carteſius, quam tenuiſſimum corpus (quam *materiam primi Elementi* ſeu *materiam ſubtilem* appellat): id magna copia congeſtum, ad ſphæræ formam conglobatum, & circa ſuum axem perpetuo & vehementi gyro ductum fingit. 2. Cuique ejuſmodi lucenti corpori, e. g. Soli, circumfuſam ponit materiam, a ſphærica partium figura *globoſam* dictam, vel etiam *materiam ſecundi elementi*, eamque immenſum propemodum ſpatium occupantem, ac circa Solem veluti centrum perpetuo revolventem, *Vorticem* appellat. Ex hac globoſa materia fieri cælum, eademque aeris, aquæ, vitri, aliorumque corporum meatus repletos eſſe ſtatuit. 3. Porro cum corpus quodlibet in gyrum actum a centro ſui motus recedere conetur; hinc vult primi elementi materiam, ex qua Sol conſtat, ob circularem motum conniti ab axe ſui motus quaquaverſus recedere, eoque niſu circumſtantes ſecundi elementi globos quaquaverſus recta impellere. Cumque hi globuli eo ordine ſint diſpoſiti, ut unus alium excipiat, atque adeo prælongas ſeries, ſeu fila globorum circa Solem efforment, & ab eo ad extremum uſque vorticis, inſtar radiorum a centro ad circumferentiam, pretendantur; hinc fieri contendit, ut extremus ſeriei globulus Soli conterminus a materia ſubtili impulſus, per totam globulorum ſeriem ad alterum uſque extremum eam preſſionem traſmittat, idque temporis puncto, ſeu in inſtanti; eadem ferme ratione, ac ſi alterum funis vel bacilli extremum quis moveat, per totam funem vel bacillum ad alterum uſque extremum, puncto temporis, diffuſum eum motum repetit. 4. Demum in ejuſmodi materiæ ſecundi elementi motu, ſive potius impulſu ad oculos uſque translato, omnem lucis naturam ſitam eſſe, eamque idcirco in inſtanti propagari contendit.

At id imprimis tirones noſtros ſcire juvat explicatam hactenus Renati ſententiam, etſi veluti novum quiddam & inauditum ab eo obtrudatur, reapſe tamen novam non eſſe ſententiam, ſed ut pleraque alia ab aliis Auctoribus, ita de lucis natura ſententiam ab Ariſtotele, ejuſque interpretibus mutuatus eſt. Ariſtoteles quippe *l.* 2. *de Anima cap.*7. aperte ait lumen nec ignem eſſe, nec omnino corpus, nec effluxionem corporis alicujus, ſed πυρὸς ἢ τοιούτου τίνος παρȣσίαν ἐν τῷ διαφανεῖ, id eſt, *ignis, vel talis cujuſdam præſentiam in eo, quod eſt pellucidum*; eodemque loco lumen dicit τȣ̃ διαφανȣ̃ς ἐνέργειαν ἢ διαφανές, *Actum perſpicui, quatenus eſt perſpicuum*. Lucem igitur à perſpicuo diſtinguit

Ar.

thesim nullæ unquam forent tenebræ, quia enim lux Fluidum est, hujus legibus subjicietur; observamus autem, si Fluidum, vasi inclusum, ab una parte premitur, pressionem in omnem determinationem propagari. Quamobrem sive Sol supra horizontem moveretur, vel infra eum occideret, oculus apertus semper lucem ejus perciperet, videretque, quod Experientiæ repugnat (1).

§. 852.

Aristoteles; & quamvis non clare explicet in quo perspicui sita natura sit, id tamen concipit veluti subjectam materiam, in qua lux recipitur; uti etiam clarius ex cap. 3. *de sensu & sensibili* liquet, ubi habet perspicuum in quo sunt tenebræ esse *perspicuum potestate*, in quo lux *perspicuum actu*. In quo vero consistat ea *ignis, vel talis cujusdam* præsentia in perspicuo, quæ lucem ipsi constituit, etsi ex Aristotele clare non liqueat, ejus tamen interpretes Joannes Grammaticus, dictus Philoponus, & Simplicius tradidere. Ille enim commentario suo *in cap. 7. l. 2. de anima* hæc habet: *quemadmodum si funiculi longi, tensique extremum moverit, funiculus totus sine temporis interjecta mora movetur propter partium contiguitatem, dum antecedens quæque sequentem commovet: ita concipere oportet in actione luminis rem habere: quod omnia mundi corpora seinvicem deinceps contingant*. Simplicius vero in eundem Aristotelis locum, *lumen*, inquit, *esse quasi baculum, qui uno sui extremo a Sole motus, alio extremo oculum moveat*. Hæc satis ostendunt, quoad rei summam, eandem esse Cartesii, & Aristotelis de lucis natura, ejusque propagatione sententiam, nilque aliud Renatum hac in re præstitisse, quam Aristotelis interpretationem.

Illud præterea observandum recentiores Peripateticos, etsi ab Aristotelis opinionibus nec latum unguem se discedere glorientur, aliam tamen nobis obtrudere de lucis natura sententiam, ab Aristotelis doctrina quam longissime remotam. *Actus* enim *perspicui* Aristotelis, eis est nova quædam natura, quam *accidens* vocant, & *qualitatem occultam*. Eam docent non posse sine ullo subjecto solitariam progredi, idcirco a corpore lucido in perspicuo sibi contermino produci, eam scil. educendo ex potestate ipsius perspicui, etsi in perspicuo *actu*, seu reapse non contineatur; ejusmodi vero lucem in perspicuo contermino a corpore lucido productam, aliam lucem in alia perspicui parte sibi contigua pari ratione gignere; atque hanc rursus aliam in alia parte contigua, atque ita porro per immensum spatium lucem diffundi, donec ad oculum, vel aliud opacum corpus perveniat. At id ab his Doctoribus quæsiverim, quænam scil. sit anceps illa, ut ita dicam, lucis natura, quæ corpus non est, sed corporea, omnesque corporis functiones imitatur, ut in reflexione, refractione, combustione patet; tum quomodo ex perspicuo educatur actu, seu reipsa, cum actu & reipsa in perspicuo non sit? Verum hæc ne vel Oedipus ipse intelliget, atque adeo absurda & inepta sunt, ut in iisdem rejiciendis tempus terendum haud sit.

(1) Sed duo præterea hic commemoranda sunt, quæ Renati de lucis natura sententiam pessumdant prorsus. 1. Fixarum lucem terricolæ oculus percipere haud posset, si vera ea doctrina foret. Cum enim fixa quævis, Solis instar, centrum sit sui vorticis, totque dentur ejusmodi vortices, quot fixæ, hique contrariis & æquipollentibus viribus se mutuo cohibeant, quin unius materia in alterius verticem subeat, eumque absorbeat; intelligi nulla ratione pot-

§. 852. Si summam rapiditatem, qua lux Solis movetur, & exi-

potest, quomodo ea pressio, quam fixarum materia in suum circumpositum verticem exercet, & in qua syderis lux consistit, ex suo vortice exire, & per nostrum propagari usque ad oculum valeat; multoque minus intelligi id potest, cum inter fixæ vorticem, & solarem nostrum plures alii interpositi sint. 2. Et illud etiam nec intelligitur, quomodo lucis propagatio per globulorum series veluti radios directe a centro ad circumferentiam fiat: corpus enim omne quod in gyrum circumducitur, ut lapis in funda, conatur quidem a centro discedere, sed non recta per radios circuli, quem describit, sed per lineas eum circulum contingentes, ut alibi observatum est.

Ut autem de lucis natura probabilior sententia, clarius quam ab Auctore nostro fit, declaretur, id imprimis firmum, ratumque habendum, lucem in motu cujusdam materiæ consistere, quod, Scholasticis exceptis, Philosophorum neminem abnuere puto. Sive enim quo pacto lux producatur, spectes; produci hic in terra observatur ab igne imprimis & flamma, quibus quin insint corpora quædam rapidissimo motu abrepta nemo sanus dubitat. Sive lucis effectus respicias; cum speculorum, vel lentium ope collecta ea est, ignis instar urit, solidissima quæque inflammat, dissolvit; quod materiæ cujusdam motum evidentissime declarat, a lucis quoque reflexione, & refractione dilucide indicatum. At id disquirendum modo est, quænam isthæc materia sit, cujus motus lucem constituit. An scilicet a corporis lucidi substantia est diversa; eumque motum a Sole, aliisque lucidis corporibus primo excitatum, interpositum medium æthereum in se recipiat, atque successive, quemadmodum soni propagatio fit, ad oculos usque nostros referat? An potius eadem erit corporis lucidi substantia in subtilissimis effluviis ab ipso corpore lucido, tanquam a centro per radios jugiter emanans, & per ingentia spatia rapidissimo motu ubique diffusa: adeo ut merito dici possit lucem esse ipsum corpus luminosum in subtilissimas particulas extenuatum, seu rarefactum? Primum Aristoteli, Cartesio, ut vidimus, tum Hugenio aliisque placuit: posterius vetustissima est Democriti, Epicuri, ejusque sectatorum sententia, Gassendo, Nevvtono, aliisque innumeris recentioribus probata.

Etsi autem involuta admodum & obscura hæc quæstio sit, variisque difficultatibus implicitum quicquid seligatur, posteriorem tamen sententiam altera probabiliorem ducimus ob sequentia momenta. 1. Si lux non per translationem lucidæ substantiæ, sed instar soni per motus communicationem in materia ætherea propagaretur, id contingere omnino oporteret, ut quemadmodum sonus, ita etiam lux lateraliter, & flexuosa via proferretur; quod tamen experientiæ adversatur. Evidenter idipsum ostendit Newtonus propos. XLI. l. 2. quæ est hujusmodi, *Pressio non propagatur per fluidum secundum lineas rectas, nisi ubi particula fluidi in directum jacent*. 2. Lucem ejusdem esse naturæ ac lucidum corpus ex eo liquet, quod per specula ustoria, & lentes vitreas collecta & densata, eosdem effectus prodat, qui ab ignito & lucido corpore fiunt: quod evenire intelligimus, supponendo lucem in exiguissimis, & dispersis ipsius lucidi corporis particulis consistere. 3 Lucida quæque & ignita corpora, ut flamma & ignis, dum lucent & urunt, tandem dissipari, & consumi experientia constat: cum ergo lucent & urunt, exiguarum particularum effluvia ex se emittant necesse est, quæ cum oculos nostros subeunt, lucis sensationem creant.

At id in hac sententia explicatu haud facile est, qui scil. Sol imminutus, immo consumtus haud hactenus sit, postquam a tot annorum mil-

& exiguos effectus, quos edit in corpora, quæ illustrat, attento volvamus animo, aliud colligimus argumentum, quo particularum lucentium summam subtilitatem demonstramus. Cum enim Sol a Terra 24000. semidiametris terrestribus absit; semidiameter vero Terræ secundum mensuram Geometrarum recentiorum (a) sit pedum 19615782, erit distantia Solis a Terra 470778768000 pedum, hi a luce percurruntur intra 8' 13'', adeoque minuti secundi tempore pedes 980809933 $\frac{1}{3}$ percurruntur. Globus ex tormento bellico summa vi explosus minuto secundo pedes 600. absolvit, quamobrem lucis velocitas ad eam globi tormentarii erit, veluti 1634683 ad 1 proxime. Habeat ille globus gravitatem decem librarum, ejus pondus, quod est 76800. granorum, multiplicatum in quadratum suæ velocitatis, dat vires, ut 76800: veluti pondus particulæ lucis ductum in quadratum suæ velocitatis, suas vires exhibet: Est quadratum hujus velocitatis 2672188510489. adeoque si particula lucis haberet id ponderis, quod esset grani

(a) *Suite de l'Hist. de l' Acad. An.* 1719. *p.* 2. *Ch.* v.

millibus perennis continensque effluviorum a suo corpore quaquaversus per ingentia spatia facta est emanatio. Sed ad hanc difficultatem vel tollendam, vel saltem mitigandam sequentia spectare juvat. 1. Solem ejusmodi fortasse esse lucis perennem fontem, ut effusa ex eo lux circulatione quadam ex vasto mundo in ipsum iterum redeat, veluti igneum quoddam mare, e quo flumina lucis oriantur omnia, in idem denuo reditura. 2. Summam esse, ingentemque Solis densitatem, & magnitudinem; tum ab eo profectarum lucis particularum incredibilem & ad miraculum usque esse exiguitatem: inde enim fit ut exigua Solis particula in lucem soluta, immensa prope spatia implere valeat; atque adeo solaris corporis defectus ex lucis emanatione nondum evaserit sensibilis: fac quippe ad unius pedis, vel etiam integri milliaris, imo plurium, profunditatem absumtum esse Solem, ea tamen jactura ad Solis immensam magnitudinem nullam sensibilem haberet proportionem, multoque minus ex tam ingenti intervallo foret observabilis. 3. Effluviorum Solarium compensationem aliquam fortasse dari, seu Soli alimenta identidem accedere ex caudis Cometarum prope Solem transeuntium: qua de re audi Newtonum *ad calcem prop.* 42. *lib.* 3. *Princip. Math.*: *Cometa qui anno* 1680. *apparuit, minus distabat a Sole in Perihelio suo, quam parte sexta diametri Solis, & propter summam velocitatem in vicinia illa, & densitatem aliquam Athmosphæræ Solis, resistentiam nonnullam sentire debuit, & aliquantulum retardari, & propius ad Solem accedere: & singulis revolutionibus accedendo ad Solem, incidet is tandem in corpus Solis. Sed & in Aphelio, ubi tardissime movetur, aliquando per attractionem aliorum Cometarum retardari potest, & subinde in Solem incidere. Sic etiam stellæ fixæ, quæ paulatim exspirant in lucem & vapores, Cometis in ipsas incidentibus refici possunt, & novo alimento accensæ pro stellis novis haberi.*

ni pars $\frac{1}{34791121}$ proxime, haberet easdem vires, ac globus tormentarius modo memoratus ℔ 10(1). Hic autem in corpora, quibus occurrit, vehementer operatur, omnia destruendo; adeoque si particula lucis, memorata pars grani foret, idem præstaret; cum autem lux Solis tenerrima florum petala illuminans, ea non destruat, immo leviter modo succos in iis moveat, oportebit, ut subtilitas particularum ejus sit ingens, & fere infinite minor, quam pars grani assignata. Forsitan ideo radius integer a Sole ad Terram usque protensus, suo pondere nondum grano æqualis erit. Quamobrem lux a Sole emissa per universum Planetarum Systema, præ subtilitate admodum rara, luci aliorum corporum lucentium non oberit.

§. 853. Lucis radius integer e corpore lucente emissus, ex luce successive mota de spatio in spatium, & simul ex alia luce contemporanea constat: nam lucis radius integer instar fasciculi est ex aliis radiolis compositi, quorum singuli suo colore immutabili gaudent, qui omnes conjuncti simul in radio feruntur.

§. 854. Est lux materia fluidissima, idcirco reliquorum Fluidorum instar, ex particulis vix secum cohærentibus constat, illapsaque in opacum reflectens, sub quocunque angulo poterit repercuti, secundum Leges, quibus alia corpora, in obicem illapsa, repercutiuntur.

§. 855. Cum per parvum foramen radii lucis plurimi, a diversis objectis repercussi, transeant, & quilibet imaginem puncti objecti, a quo veniunt, una cum objecti coloribus supra album planum, eos excipiens, pingant, patet lucem in hoc foramine non permisceri, nec cum alia luce confundi; nec unam lucem motum aut directionem alterius lucis perturbare; unde radii se habent instar solidorum filorum perfectæ rigiditatis & immutabilitatis, exporrectorum ab objecto, a quo veniunt, usque ad planum excipiens (2).

§. 856.

(1) Nam si quantitas lucis $\frac{1}{34794121}$ in facta hypothesi, per suæ velocitatis quadratum, nempe 167218851048 9 duxeris, seu, quod idem est, seundem quadratum numerum per 34794121 diviseris, eadem prodibit quantitas virium 76800, qua superior tormentarius globus præditus erat. Conferantur, quæ ad pag. 90. tom. I. adn. 4. exposita sunt.

(2) Quidquid de lucis natura dicatur, id explicandum est, quomodo per subtilissimum foramen innumeri lucis radii a variis partibus ve-

§. 856. Quæri in hac doctrina plurima possunt, quorum rationem non nisi conjectando huc usque assequimur, qualia sunt.

1. An Ignis & lux substantia, an tantum magnitudine partium, an directione motus a se differunt? forte nec substantia, nec partium magnitudine differunt, cum copiosa Lux collecta semper Ignis characteres habeat: Ignis autem non luceat, nisi ad oculum in rectis lineis determinetur. Cochlear argenteum aliquantum calefactum, in tenebris non lucet: ei Adamantes, Crystallive non lucentes, immittantur, extemplo lucere incipiunt, ignem receptum sub lucis forma expellentes: idem aquæ calidæ injecti præstant (*a*).

2. An corpora terrestria divisione aut attenuatione abire in lucem possunt? Sola attenuatio forte non sufficit, sed quoque requiritur eadem soliditas, figura, mobilitas, & magnitudo partium; quæ omnia si concurrere possint, tum ex non lucente fieri posset lucens: vix tamen id contingere videtur, si ad Ignis proprietates, & æquabilem distributionem ejus per spatia & corpora attendamus, atque simul perpendamus corpora non mutari in Ignem per §. 831. N. 18.

3. Quomodo Lux e corporibus lucentibus, uti e Sole, vel pruna emanat? An, quia partes solidæ horum corporum,

(a) *L' Hist. de l' Acad. Roy. A.* 1735.

venientes in obscurum conclave penetrent, ibique rerum externarum imagines distincte exprimant, quin invicem collidantur, perturbentur, unus alterius directionem, actionemque impediat? qui fieri potest ut in quacunque minima spatii particula rerum omnium circa eam positarum imagines integræ, imperturbatoque ordine formentur, itaut ibi constituto oculo omnium species distincte obversentur? In eorum sententia, quibus lux ab ipsis corporis lucidi effluxionibus non distinguitur, ita declaratur. Lucem scil. compactam esse supponunt ex corpusculis ad miraculum minutissimis, globosa forma donatis, vehementique motu agitatis, uti jam vidimus: ex his, aliis post alia positis longa serie, fieri tenuissima fila; ex pluribus ejusmodi filis instar funiculi contextis componi lucis radios. Cum vero horum radiorum plures ex diversis objectis prodeuntes in angustissimum foramen, seu in exiguam spatii partem eodem tempore concurrunt, plura eorum radiorum fila, seu plures globulorum series interrumpuntur, & e suo cursu deturbantur, sed non omnes, ceteraque radiorum fila versus priorem directionem moveri pergunt, eaque objectorum, ex quibus regeruntur, imagines, repræsentare apta sunt, quemadmodum pellucida corpora etsi multos radios intercipiant ac reflectant, objectorum tamen imagines oculo ex altera parte constituto non occultant.

rum, remotæ a ſe, ſua vi attrahente ad ſe nituntur, atque accedendo interceptam lucem ea velocitate expellunt, qua exire obſervatur? Difficultas in prærapida lucis celeritate latet: ſed vis attrahens eſt potentia premens, lux obſtaculum eſt, adeoque per §. 166., eſt $P = OC$, manente P eadem, & decreſcente O, increſcit C, adeo ut ſi O fere evadat infinite parva quantitas, C requiratur fere infinite magna. Sed quomodo Lux exit ex flamma, in qua ſuperior conſideratio non videtur habere locum (1)?

4. An lux ex omni corpore lucente æquali velocitate emanat? id nulla obſervatione conſtat; forte diſcrimen velocitatis eſt magnum, quia lux e corporibus expellitur pro varia vi, qua illorum partes ſe trahunt. Nihilominus ex obſervationibus Bradleii ſequitur, lucem e Sole & ſtellis fixis ad Terram æquali ferri celeritate.

5. An Lux reflexa a corpore opaco eandem velocitatem ſervat, quam qua inciderat modo emiſſa ex corpore lucente? ſi angulus reflexionis ſit æqualis angulo incidentiæ, erit eadem lucis celeritas. Obſervationes Bradleii evincere videntur, lucem e Sole ad nos directe emiſſam, tum a circumjovialibus replicatam, ſemper eadem celeritate procurriſſe.

6. An non ea corpora facillime lucent, quæ partibus Oleoſis & Sulphureis abundant, ſimulac frictione, percuſſione, putrefactione, motu vitali, aliave cauſa incipiunt moveri? Ob quam rationem mare ventis agitatum lucet; vel dorſum felis, collum equi, contra pilorum ſitum & ordinem tritum? Lignum, caro, piſcis putreſcens? Oculi animalium & muſcæ volantes? tum cur globus vitreus, velociter circumactus, & manu tritus, purpuream manui adhærentem lucem ſpargit?

CAP.

(1) Sed ut Auctoris ratiocinium vim habeat, ponendum eſt inter ſolidas lucentium corporum partes a ſe remotas unicam tantum mediare, eamque infinitæ pene exiguitatis, lucis particulam; quæ tamen ſuppoſitio quam ſit abnormis nemo non videt. Præterea poſito obſtaculo O, ſeu lucis particula infinite exigua, vel ſummæ parvitatis, non videtur qui eadem ad mutuum partium ſolidarum acceſſum tanta cum vi expelli debeat; nam ea particula vel extra contactum eſt, & tunc nulla videtur ejus emanationis cauſa; vel in ipſo contactu mediat, & tum ibidem compreſſa potius remaneret. Alii circularem Solis motum pro lucis emanationis Cauſa commenti ſunt; ſed nec inde immenſam lucis velocitatem potuerunt explicare, nec lucis emanationem in aliis lucentibus corporibus, in quibus is circularis motus non datur.

CAPUT XXVIII.

De Luce refracta.

§. 857. CUM lux e corporibus lucentibus egressa, sive per spatium inane, sive per corpus quodcunque, Firmum vel Fluidum transit, dicitur transire per *Medium:* ita enim appellatur, quicquid luci transitum concedit.

§. 858. Si Medium sit homogeneum, atque ubivis ejusdem densitatis, simulac lux in illud penetraverit, pergit in via rectissima, a primo ingressus puncto usque ad exitum suum, quacunque directione incesserit, quantum ex observationibus huc usque captis colligere licet.

§. 859. Si lux ex uno Medio transeat in alterum, quod ipsam vi majori attractrice trahat, lucis velocitas augebitur: agit enim Medium vi attrahente in singulas lucis particulas directione ad se; adeoque lux ad hoc Medium partim sua velocitate, partim illa fertur, quam a vi attrahente acquirit; increscet igitur lucis velocitas.

§. 860. Si radius lucis directione perpendiculari ex uno in alterum Medium, magis attrahens, feratur, in eadem recta producta transibit.

Sit enim Medium X (*Tab.* 1. *Fig.* 2.), ex quo radius RF in Medium magis attrahens Z fertur, cujus superficies est AB: ex hac vis attrahens exeat, exporrecta usque ad CD, quæ agit in rectis ad hanc superficiem perpendicularibus, erit spatium attractionis CDAB, adeoque radius RF perveniens ad O, tum motu suo feretur, tum vi attrahente, quæ agit in eadem directione OE, ideo radius in via priori ROE incedere perget, etiamsi accelerato motu actus.

§. 861. Si vero idem radius lucis ex Medio X (*Tab.* 1. *Fig.* 3.) ad alterum Z directione ROK obliqua ad superficiem AB feratur; a via priori aberrabit, aliamque OF ingredietur, quæ aberratio appellatur *Refractio* (1).

Si-

---

(1) Quo igitur refractio detur, duo requiruntur. 1. ut media inter se densitate differant. 2. ut radius cum superficie media dirimente obliquum angulum efficiat. Reapse his positis conditionibus refractionem dari plura experimenta docent. Si in capsula lignea normali (*Vid. fig.* 1. *Tab. Addit.*) BCF solares radii AB, *ab* per unum idemque medium, puta solum aerem transeant, recta ad D, d, progredien-

Simulac enim radius pervenit ad O, motu duplici fertur, OK proprio, & OS a vi attrahente; quare in via OF, diagonali parallelogrammi OKSF feretur per §. 357.

§. 862. Quoniam OF magis ad perpendicularem OS in superficie Medii AB, quam OK, accedit, fit *Refractio ad perpendiculum*, quotiescunque lux oblique incidit in superficiem Medii plus trahentis, quam e quo venit.

§. 863. Si radius lucis RO (*Tab.* I. *Fig.* 4.) ex medio magis attrahente oblique in superficiem AB minus attrahentis Medii Z inciderit, *refringitur recedendo a perpendiculo*.

Si enim terminus Medii X magis attrahentis sit CD, operantisque versus AB, radius RO exiturus ex Medio X, non potest viam ROK servare; agitur enim magis a vi attrahente Medii X, quam a Z, & quidem directione MO; qua si quantitate KL moveatur, cum interim fertur ab O in K, duplici actus motu tendet ab O ad L. Hac via, eundo, magis a perpendiculo OM, quam OK recedit.

dientur, umbram erectæ tabulæ CB terminantes in D & *d*. Tum posito intra capsulam cubo vitreo ejusdem cum ipsa altitudinis, iidem radii A B, *a b* eodem modo illapsi per novum hoc & crassius medium non amplius recta incedent, sed in ipso ingressu B, *b* fracti ad E & *e* diri- gentur; erectæ tabulæ umbram multum abbreviantes. Cumque ita refracti radii BE, *be* ad perpendiculares BC, *be* inclinentur & accedant, ad *perpendiculum refrangi* idcirco dicuntur; idque plerumque contingere solet, cum ex rariori in densius medium lux transit. Ex adverso si discus paulo profundus nummum in fundo jacentem habeat, removeaturque a disco oculus, donec vasis labra nummum eidem oculo subducant; effusa porro aqua in discum, nummus ex eo loco videbitur, ubi prius videri haud poterat. Argumento id esse debet, quod lucis radii ab aqua in aerem egredientes, in puncto dirimentis superficiei rumpantur, & a perpendiculari linea, quæ ad idem superficiei punctum ducitur, recedentes, intuentis oculos tum subeant, quos ante refractionem ob disci labra subire nequibant. Vocatur ejusmodi refractio *a perpendiculo*, acciditque plerumque cum ex densiori in rarius medium lux egreditur.

Id vero in lucis refractione adnotatu maxime dignum est, quod scil. diversa a ceteris corporibus ratione fiat. Experientia quippe, nec ipsa refragante ratione, constat, plumbeam e. g. pilam ex aere in aquam, seu ex rariori in densius medium transeuntem, variata directione in ipso puncto incidentiæ dirimentis superficiei, a perpendiculari ex eodem puncto excitata recedere; contra ad eandem perpendicularem accedere, si ex aqua in aerem, seu ex densiori in rarius medium transierit. Ceterum ejusmodi lucis proprietatem haud recens detectam putandum est, cum apud Veteres ejusdem vestigia occurrant: extat siquidem inter Aristotelis problemata illud in quo de remorum sub aquis visorum curvitate agitur; tum Archimedem librum scripsisse constat de annulo sub aquis viso: utrumque ad lucis refractionem pertinet.

§. 864. Quoniam vis attrahens, quæ ex corporibus exit, est maxima in eorum superficie, decrescitque, quo plus ab illa recessit, per §. 498.: antequam lucis radius ex rariori Medium densius, vel cum ex densiori ingreditur Medium rarius, in linea curva exigua feretur: deinde actus, quantum potest a vi attrahente, rectam viam servabit.

Sit enim radius Rr, qui ex medio minus attrahente, ad magis attrahens oblique ad superficiem GG feratur, terminus attractionis sit MM, (*Tab.* 1. *Fig.* 5.) atque agat attractio in rectis ad superficiem GG perpendicularibus: Radius proinde RA illapsus in vim attrahentem, a via Rr in aliam A*a* detorquebitur, verum perveniens ad *b*, propius a superficie GG, magis attractus, ingreditur viam *bb*; inde delatus ad *c* plus iterum attrahitur, fereturque in recta *cc*; cumque omnes hæ rectæ, *a*, *b*, *c*, sint admodum breves, curvam component. Quia vis attrahens ad exiguam distantiam a superficie GG exporrigitur, erit hæc curva admodum brevis; simulac enim radius superficiem GG ingreditur, non amplius a via detorquebitur, utpote actus jam, quantum potest, a vi attrahente, quæ per totum Medium æquabiliter diffusa est. Simili modo radius exiens e medio magis attrahente in alterum, quod minus attrahit, movetur in curva, quæ situm priori contrarium servat, ut patet in fig. *6.*, in qua GG (*Tab.* 1. *Fig.* *6.*) superficies Medii magis attrahentis, MM limes attractionis ejus, radiusque R*a*, attractus continuo versus GG in curva *a b c d* fertur, tandemque pergit in recta *d d*. Si hoc medium inter GG & MM sit vacuum, radius a vi tota attrahente corporis GG, versus GG incedet. Si vero detur Medium post GG, aliquantum, licet minus quam GG, attrahens, imminuetur vis attrahens medii GG, quia ambæ vires directionibus sibi oppositis agunt; quare GG modo in radios excessu suarum virium agit, qui quo minor est, eo minor etiam refractio erit.

§. 865. Radios ad magis attrahens medium delatos inflecti, antequam superficiem attingant, probavimus in §. 498. cum lux Solis inter acies cultrorum transit, quippe tum a via recta nonnihil detorquetur; atque eo magis, quo acies ad se propius accesserint.

2. Radios ex Medio densiori ingressuros rarius inflecti, probatur: quia cum vitrum planum, aut longioris tubi lentem, in aere positam, oblique inspicimus, duplex objecto-

jectorum sublimium, & ante nos positorum imago videtur, quarum altera evanescit, simulac aqua vel oleum inferiorem vitri superficiem attigerit: Nam radius R*a* (*Tab.* 1. *Fig.* 7.) ex vitro GG aerem ingressurus, vi magna attrahente vitri detorqueatur ex via sua *a a* in curvam *a b c d e f g h i k*, rediensque in vitrum, & transeundo directione *k* K, alteram objecti imaginem repræsentet: simulac vero Aqua vel oleum inferiori superficiei vitri GG illinitur, deorsum ab his trahitur radius R*a*: vitri igitur vi imminuta non redit inflexus radius, sed potius in recta *a d*, vel *b b* incedit, quo altera imago objecti evanescit.

§. 866. Ex quibus manifesto sequitur, refractionem lucis a viribus attrahentibus Mediorum pendere: quæ vires sunt plerumque in proportione densitatum (1), exceptis nonnullis corporibus oleosis & inflammabilibus, quæ in majori ratione trahunt, quemadmodum Newtonus (a), Hauksbejus (b), & Helshamus (c), plurimis experimentis evicerunt: Oleum enim Ceræ levissimum habet pondus respectu Butyri Antimonii, scilicet uti *662* ad *1976*, cum ratio refractionis in utroque sit veluti *6685* ad *5941*, hoc est circiter veluti 1, *16* ad 1; adeoque non est refractio semper in ratione ponderis.

§. 867. Inventa vera refractionis causa, aliorum Philo-

B 2 so-

(a) *Optices lib.* 2. *part.* 3. *prop.* X.
(b) *Phys. Mech. app.* §. X. (c) *Lectures pag.* 192.

(1) Atque hinc oriuntur notissimæ refractionis leges, quod scil. lux ex rariori in densius medium transiens a semita sua recedat, seu refrangatur, ad perpendicularem lineam accedendo; ex densiori vero in rarius medium exeundo; refrangatur a perpendiculo recedendo. Quod scil. in priori casu densius medium (*Tab.* 1. *Fig.* 3.) Z utpote majori vi attrahente præditum, quam X, radium BO perpendiculariter ad se trahat, per lineam scil. OS; idem vero radius BO cum per OK dirigatur, medius transeat necesse est inter OS & OK, atque ita ad perpendicularem OS accedat. In posteriori vero casu, cum minor sit vis attrahens (*Tab.* 1. *Fig.* 4.) rarioris medii Z, major densioris X, etsi ex densiore X radius egrediatur, ad illud tamen vi KL urgetur, atque ita per OL incedet a perpendiculari QM recedendo. At cum non semper attractionis vis densitatum rationem sectetur, sed minus quandoque densa, præsertim si oleosa, & inflammabilia sint, majori attrahendi vi donantur, ut Auctori observatur; hinc relatæ refractionum leges pro universalibus haberi nequeunt.

Atque inde memoratum discrimen inter reliquorum corporum, & lucis refractionem liquet. Eorum quippe refractio ex mediorum resistentia dependet; lucis vero, ex eorundem mediorum attractione. Quo itaque media densiora sunt, eo majorem velocitatem corporibus, quæ per ipsa moventur, adimunt, ob majorem, quam corpora in iis patiuntur, resistentiam; eadem contra media quo densiora sunt, eo majorem velocitatem lucis radiis conciliant, ob majorem, qua donantur, attractionis vim.

ſophorum opiniones facile excutiuntur, quæ nequaquam experimentis reſpondent. Ingenioſe obſervaverat Carteſius, radii viam RO, reſolvendam in RC, parallelam ad AB, & in CO, perpendicularem ad eandem; deinde finxit, lucem facilius per medium denſius, quam per rarius transire, utpote in motu minus turbandam a medio, cujus partes minus mobiles ſunt (1). Si igitur lux ex Aere X in

(1) Ut id clarius explicet D. Carre, liberum aerem ponit inteſtino ſemper motu cieri, ejuſque partes quaquaverſus agitari, eaque agitatione lucis radios turbari, rumpi, ac debilitari; corpora vero pellucida quo denſiora ſunt, eo arctiores habere porulos, minoremque aeris ſeu ætheris quantitatem intercipere; quæ proinde corpora lento motu agitata, faciliorem aditum lumini præbent. Verum hanc Carteſii doctrinam acriter inſectatus eſt Fermatius, quod a recta ratione omnino abhorrens ei videretur faciliorem lumini præſertim corporeo tranſitum eſſe in denſioribus, quam rarioribus mediis; hinc contra Renatum poſuit lucem velocius per rariora, quam per denſiora progredi; ex eoque principio eaſdem ac Carteſius refractionis lucis leges derivavit.

Verum quid hac de re ſentiendum ſit, haud difficulter ex ipſa experientia elici poterit. Hac quippe conſtat lucis radium R O dum oblique in puncto O dirimentis ſuperficiei A B incidit, per O N inclinari, a perpendiculari O K recedendo, ſi medium X denſius ſit medio Z; contra ſi X rarius fuerit Z, per O S incedere ad eandem perpendicularem O K accedendo; adeout in priori caſu angulus NOK major ſit angulo T O K, ſeu ad verticem oppoſito R O C, in ſecundo vero angulus S O K eodem T O K, ſeu R O C minor. Diſtinguatur vero motus lucis obliquus R O in duos R H, R C, quorum alter ad ſuperficiem A B ſit perpendicularis, alter eidem parallelus: tum patet lucis motui R C nihil reſiſtere medii ſuperficiem, utpote ei parallelam. Sumta igitur alia ex parte recta O I ipſi R C æquali, radius poſt refractionem ea progredietur velocitate, qua eodem tempore, quo ante refractionem pervenit ab R ad O, ſpatium OI emetiri valeat. Sit medium Z rarius quam X, & ON ſit via radii refracti a perpendiculo OK recedentis, cui occurrat in N perpendicularis ex I ducta; eo elapſo tempore lucis particula reperietur in N. Sunt itaque R O, O N ſpatia a luce ante & poſt refractionem æqualibus temporibus emenſa, atque adeo ut velocitates ante & poſt refractionem. Sed eſt ON minor OT, ſeu RO: ergo motus lucis refractæ in rariori medio Z lentior quam in denſiori X. Quod ſi medium Z altero X denſius fuerit, ſemitaque refracti radii ad perpendiculum accedentis fuerit O S, cui ex I perpendicularis occurrat I S, erunt R O, O S ſpatia ante & poſt refractionem deſcripta, atque adeo ut velocitates; & ob rectam OS ipſa OT, ſeu OR majorem, erit etiam motus lucis refractæ in denſiori medio Z incitatior quam in rariori X.

Immerito itaque a Fermatio reprehenſus eſt Renatus, quod lucem in denſiori medio velocius incedere poſuerit, cum reapſe id facto ipſo conſtet: at veram ejus velocioris curſus rationem abs majori denſioris medii attractione pendentem non intellexit Renatus, quam idcirco ex ipſa medii majori denſitate, indeque orta, ut ipſi videbatur, minori reſi-

in Aquam Z feratur, accelerabitur, ita ut pari tempore viam æqualem OC, non deſcribat, ſed aliquam majorem OD; ductaque tum DF = RC, movebitur in recta OF, accedendo ad perpendiculum CK. Verum quomodo radius celeritate CO delatus, accelerari poterit in medio Z? immo licet huic omnem reſiſtentiam ſuſtuleris, nulla acceleratio adhuc ſequetur; ad eam enim cauſa, novum motum producens, deſideratur. 2. Præterea ecquis mente concipere valet, lucem per denſiora media, immo per firma corpora tranſeuntem, minorem offendere reſiſtentiam, minuſque retardari, quam per rariora media, fluidaque pertranantem? uti tamen opinabatur Carteſius. 3. Sed cum hic Philoſophus corporum firmitatem in quiete poſitam adſeruit, an Vitri, an Electri partes quiete different? cum viribus lucem refringentibus variis inſtruantur; eſt enim vis Electri ad eam in vitro, veluti 13654 ad 5436. 4. Sed dantur Fluida, quæ Lucem plus quam firma refringunt, dantur Fluida quæ minus refringunt; in hiſce caſibus Carteſii ſententia locum habere nequit.

§. 868. Dechales (a) radium DCAB (*Tab.* 1. *Fig.* 9.) ex radiolis, aliquantum cohærentibus, compoſitum conſiderans, refractionem ad perpendiculum fieri notat, cum ex medio rariori in denſius, vel magis reſiſtens EB, radius ingreditur, quia pars ejus B citius reſiſtentiam experitur, quam A; igitur B moveri tantum poteſt quantitate FB, cum A

B 3 minus

(a) *Dioptricæ Lib.* 1.

reſiſtentia, perperam mutuatus eſt. Id vero hic adnotatu maxime dignum occurrit, quod Carteſius lucis motum retardari, & accelerari poſuerit, lucem tamen ipſam in inſtanti ad longinqua intervalla diffundi voluerit; quaſi vid. hæc duo non ſecum invicem pugnarent.

At mirum eſt Cl. Fermatium, etſi contra Carteſium lucis progreſſum tardiorem poſuerit in denſiori medio, celeriorem in rariori, ad eaſdem nihilominus refractionis leges deveniſſe, quas Carteſius ex contrario principio derivaverat. Verum ſciendum eſt aliam Fermatio aſſumtam fuiſſe hypotheſim pro laudatis refractionis legibus deducendis, lucem ſcil. in refractione minimo temporis intervallo de loco ad locum tranſire, etſi breviſſima via non incedat. Probatum id deinceps eſt Leibnitio, Hugenio, Hoſpitalio, Wolfio; verum Cl. Petrus Martini doctiſſima hac de re edita diſſertatione idipſum a veritate abludere ait; inſtitutoque calculo oſtendit minimum, quod in refractione occurrit, a ſpatio & velocitate ſimul eſſe deſumendum; quatenus ſi ponatur a deſignare velocitatem ante incidentiam, b velocitatem poſt refractionem, x ſpatium a lumine emenſum ante refractionem, y ſpatium poſt refractionem, ſit $a\,x + b\,y$ omnium ſimilium factorum minimum. Ex duplici vero aſſumta a Fermatio hypotheſi, utraque falſa, quarum *altera alteri medeatur*, factum eſſe putat, quod in receptas refractionis leges Fermatius devenerit.

minus retardata eodem tempore moveatur majori quantitate AG: inflectetur proin radius ad perpendiculum GI (1), adeo ut, cum angulus incidentiæ fit CBH, refractionis fit KGI. Verum huic fententiæ obftat, quod lux magis ab Aqua refringatur, quam a Vitro, Cryftallo, Sale Gemmæ, & adhuc multo magis a Spiritu vini rectificato, quam ab Aqua, cui nemo majorem refiftentiam, quam Vitro folido facile adfcribet: at excufandus hic eximius Geometra, quia ingenue fatetur, fibi in fua fententia hærere Aquam, nec fe fibi fatisfeciffe. Eandem cum Dechales fententiam fovit Barrovius in Lect. Opticis, nifi Dechales hunc fuerit fecutus.

§. 869. Alii Philofophi diverfas iniverunt vias, ut Refractionem explicarent. Qui autem ad refiftentiam diverfam attenderunt, five eam in Fluidis majorem quam in Solidis, five contrariam ftatuerunt, nunquam experimenta Newtoniana ex hujufmodi principiis exponere potuerunt. Nec feliciores fuerunt, qui ex principio quodam Mechanico rem exponere aggreffi funt. Nam refractio a vi attrahente Medii pendet, quæ Mechanica non eft, & fingularis in quolibet corpore, non femper fequens proportionem maffæ corporeæ.

§. 870. Quia radius lucis delatus ad aliud Medium refringens curvam breviffimam defcribit, facilitatis ergo in fequentibus, eum in linea recta ferri ufque ad Medii refringentis fuperficiem ponere licet. Sit igitur Medium X (*Tab.* 1. *Fig.* 8.) rarius, Z denfius, hujus fuperficies AB, in quam radius RO oblique incidat, ductaque perpendiculari COK in fuperficiem AB, appellabitur RO *Radius incidens*, atque ROG *Angulus incidentiæ*; & perpendicularis RC in OG *Sinus anguli incidentiæ*: tum *Radius*

(1) Ex ea fcil. punctorum B & A motuum inæqualitate, aliqua radii ABCD oritur rotatio, puncti quidem A per arcum majorem AG, puncti vero B per minorem arcum BF, itaut recta AB fitum acquirat GF. Ingreffo vero puncto A in idem medium, ea motuum inæqualitas tollitur, atque adeo pergit utrumque punctum A & B in incepto femel itinere, quo ad perpendicularem deflexerunt. Quod fi contra radius KGBL ex denfiori in rarius medium tranfeat, contraria tum refrangetur ratione; nam cum punctum G primum emergat ex craffiori medio in fubtilius, minori difficultate incedet, dum interim punctum B craffiori adhuc medio immerfum plus refiftentiæ reperit: Ex qua motuum inæqualitate iterum rotatio confequitur, fed in partem a perpendiculari averfam, donec punctum G in A delatum, eadem velocitate cum puncto B deinceps incedat,

dius Refractus erit OF, *Angulus Refractionis* DOF: & *Sinus anguli Refractionis* erit perpendicularis DF.

§. 871. Quacunque inclinatione radius incidat in superficiem alterius Medii refringentem, inter Sinus angulorum incidentiæ & refractionis manet constans & immutabilis ratio.

Si enim RO celeritatem radii incidentis designet; hæc constans erit: resolvi autem potest in RC & CO, per §. 457. Quatenus radius motu RC, parallelo ad AB fertur, non acceleratur, sed tantum motu CO: acceleretur quantitate DK, capta OI = OH = RC, demittatur perpendicularis IS, & in OK perpendicularis KS: tum ducta OS celeritatem radii refracti indicabit, quæ constans etiam erit: erectaque DF, erit OS ad FO = RO : : SK = OI = RC, qui est sinus anguli incidentiæ, ad CF, sinum auguli refractionis: adeoque propter costantes RO, OS, etiam ratio DF ad KS constans erit.

§. 872. Sunt hi sinus in ratione reciproca celeritatum in hisce Mediis (1).

§. 873. Constantem refractionis rationem dari invenit Snellius, usus tamen Complementorum secantibus, loco Sinuum. Ducatur perpendicularis BL (*Tab.* 1. *Fig.* 8.) ad extremum Diametri AB, protrahatur RO, usque ad Tangentem in E, ut & OS usque ad L. Est OE Secans anguli BOE = ROH, & OI Secans anguli BOL; ductaque FP perpendiculari ad AB, erit OE, OB : : OR, OH; & quoque OL, OB : : OF, OP: ergo OE×OH = OB×OR; & OI ×OP = OB×OF; ideoque OL×OP = OE×OH: quare erit OL, OE : : OH, OP; adeoque est Secans Complementi

(1) Est enim OS velocitas in medio Z post refractionem; OF = R O est velocitas ante refractionem in medio X. Sed est KS seu RC sinus anguli incidentiæ, ad DF sinum anguli refractionis, ut OS, seu velocitas post refractionem in medio Z, ad OF seu RO velocitatem ante refractionem in medio X. Ergo patet propositum. Falsus itaque est Christianus Wolfius, cum *Elem. Math. Univ. tom.* 3. *pag.* 177. *edit. Genev.* tradit in refractione esse *sinum anguli incidentiæ ad sinum anguli refracti in constante ratione, ea scil. quæ est celeritatis luminis ante refractionem ad celeritatem ejusdem post refractionem*; ex demonstratis enim liquet eorundem angulorum sinus non directam, sed reciprocam prædictarum celeritatum rationem servare. Inde vero Cl. Viri error originem traxit, quod constantem eorum sinuum rationem deduxerit ex hypothesi, quod brevissimum sit tempus, quo in refractione de loco in locum pervenit radius; quod falsum esse jam monuimus.

plementi refractionis ad Secantem Complementi incidentiæ, ut Sinus incidentiæ, ad Sinum refractionis.

§. 874. Cartesius inventione Snellii usus, primus adhibuit Sinus, atque ita huic doctrinæ non parum lucis & commodi affudit. Veteres pro varia radii incidentis inclinatione, angulum Refractionis differre observaverunt, quamobrem Tabulas refractionum magno labore construebant, pro variis radiorum incidentium inclinationibus, quibus carere nunc possumus.

§. 875. Confirmaverunt quoque constantem rationem Sinuum D. Cassinus (a), & J. Newtonus (b), variis experimentis. Neque refert sive Lux e medio rariori inciderit in densius, aut contra.

§. 876. Demonstratum est in Trigonometria plana, in omni Triangulo rectilineo ABC, (*Tab.* 3. *Fig.* 3.) Sinus angulorum esse proportionales lateribus, quæ iisdem angulis opponuntur: Si autem in duobus Triangulis ABC, CBE, anguli BAC, BCE sint parvi, quorum sinus est eadem linea BE, erunt anguli in ratione inversa laterum suorum. Nam est angulus BAC ad BCE, ut Sinus anguli BAC, ad Sinum anguli BCE (1), hoc est, ut BC ad BA, sive ut EC ad EA (2).

§. 877. Lux e Sole A (*Tab.* 1. *Fig.* 10.) emissa, transit primo per Spatia cælestia, sive per Medium vacuum, tendendo ad Terram, dein oblique in Terræ Atmosphæram B, sive in Medium densius incidens, refringitur ad perpendiculum: cum vero Aeris densitas, quo Terræ propior est, perpetuo increscat, increscet etiam lucis refractio in locis C, D, E, F, in quibus major densitas perpetuo existit;

(a) *Epist.* 2. *Astronom. de Solis refractione*. (b) *Lect. Opt.*

(1) Anguli enim admodum exigui sinuum suorum rationem sequuntur. Sint quippe duo anguli (*Vid. fig.* 2. *Tab. Addit.*) DAB, CAB; descripto circulo BDO, ii erunt ut arcus intercepti DB, CB: at iisdem diminutis angulis, arcus DB, CB eadem ratione minuuntur, donec tandem cum recta linea eorum subtensa confunduntur: tum vero ductis normalibus DF, CE, qui eorum angulorum sunt sinus, duo triangula DFB, CEB pro rectilineis similibus haberi poterunt; atque adeo erit DF ad CE, ut arcus DB ad arcum CB, seu ut angulus DAB, ad angulum CAB.

(2) Exiguis enim admodum angulis (*Fig.* 3. *Tab.* 3.) BAC, DCE, duo reliqui ABE, AEB, itemque duo CBE, CEB pro æqualibus haberi poterunt; atque adeo *per* 5. *l.* 1. *Elem.*, erunt duo latera BA, AE æqualia, itemque æqualia duo BC, CE; adeoque BC: BA :: EC: EA.

existit; quomobrem dum lux per Atmosphæræ varias densitates transit, describet curvam BCDEF; & quoniam in eadem altitudine a Terra, Aeris densitas singulis diebus mutatur, tum quoque Aer exhalationibus & vaporibus, vario modo lucem refringentibus, plus minus perpetuo accumulatur, inconstans erit lucis per Atmosphæram via, quæ nec Cyclois, nec Epicyclois erit secundum de la Hirium (a), veluti probavit Hermannus (b), & quam idcirco alio modo determinare conatus fuit Taylorus (c). Differre vero Atmosphæræ refractionem continuo, animadvertit Nedletonus (d), qui cælo nubiloso humidoque collis altitudinem dimensus, angulum majorem vidit, quam tempore sicco & sereno (1). Sed & collium apices ex eodem loco inspecti, altiores sub Aurora & Vespera, quam Meridie cælo sereno apparent. Et Hyeme altiores quoque, quam Æstate observantur. Aerem revera lucem per se transeuntem refringere, experimentis variis probaverunt Lowthorpius (e), tum postea Hallejus & Hauksbejus (f), ac in Gallia Delislius (g), quamvis dubium superesse nullum sinerent observationes Astronomicæ, altius, quam par erat, supra horizontem sydera ostendentes, tum Solis Lunæve apparitio supra horizontem, cum jam occiderint; ut & crepuscula matutina ac vespertina. Ex hac refractione lucis sequitur, nos nunquam sydera in suo vero loco conspicere, sed altiora, adeo ut videatur A in L; nisi cum culminant.

§. 878. Si radius lucis ex Aere oblique in Aquam incidat, refringitur ad perpendiculum: in qua refractione sinus anguli incidentiæ est ad eum refractionis, uti 9434 ad 7071, sive ut 4, 002 ad 3, proxime uti 4 ad 3, tradente

(a) *L' Hist. de l'Acad. Roy. A.* 1702. (b) *Act. Lips. A.* 1706.
(c) *Meth. fluxionum inversa. Prop.* 28. *Prob.* 22.
(d) *Phil. Trans. N.* 388. (e) *Phil. Trans. N.* 157.
(f) *Phys. Mechan. Exper. p.* 175. (g) *L'Hist. de l'Ac. Roy. A.* 1719.

(1) Ex Opticæ principiis objectum in ea recta ab oculo refertur, quæ in directum jacet alteri oculum ultimo percellenti. Quamobrem si (*Fig.* 10. *Tab.* 1.) A sit collis alicujus vertex, & per eum transiens radius A B post varias refractiones tandem oculum subeat secundum rectam E F, in hac eadem producta, veluti in L referetur ab oculo objectum, seu in situ altiori, quam reapse sit. Quod si itaque ad aliud punctum X oculus referatur, erit angulus L F X eo major, quo magis radius A B refrangitur; tum collium apices eo altiores conspicientur, quo item majores sunt radiorum refractiones.

dente Newtono (a); obtinet hæc proportio inter radios e Sole emissos, allapsosque in Aquam, qui refracti viridem colorem exhibent. Inter radios per Aerem delatos, & a vitro refractos, datur ratio sinuum uti 8097 ad 5240, proxime uti 17 ad 11 (b): aliorum autem coloratorum radiorum diversa est refrangibilitas, rubri enim minime refringuntur, violacei radii maxime; adeo ut horum incidentium & refractorum sinus sint ad se invicem, uti 80481, & 81656, ad 524000. Varias accuratissimasque methodos refractionem lucis per varia media mensurandi præstantissimus Philosophus in Lectionibus Opticis tradidit, quæ consulendæ sunt.

§. 879. Interim notandum, lucem, in medium aliquod corporeum incidentem, non illibatam totamque transire, sed aliquam ejus copiam a viribus Medii repellentibus reverberari: adeo ut post Medium semper infracta lucis claritas observetur: Aera multum lucis repercutere patet, qui lateraliter inspectus Solis radius, videri potest: plus lucis intercipit vas plenum Aquæ, Spiritus, olei, aut ipsum vitrum. Quale lucis transeuntis per vitrum, Aquam marinam &c. decrementum sit, ingeniosis experimentis determinare conatus fuit Cl. Bouguerius (c).

§. 880. Quoniam proinde Media corporea, quamvis tenuia, tantum lucis intercipiunt, fieri nequit, ut ea, quæ e Stellis fixis remotissimis ad Terram usque venit, per medium corporeum transierit, quippe in intermedia immani distantia, aut a particulis solidis medii, vel ab earum vi repellente, repercussa fuisset satis cito omnis: cum tamen Stellæ fixæ admodum micare observentur, earum lux necessario per vacua cælestia spatia usque ad Atmosphæram transit.

CAP. XXIX.

De Luce illapsa in superficies Planas & Sphæricas, Mediorum refringentium.

§. 881. Quoniam Lux ex corpore lucente S exiens, vel ab opaco puncto S (*Tab.* 1. *Fig.* 11) repercussa, fertur instar radiorum SA, SB, SC, SE, ex cen-

(a) *Lect. Optic. Part.* 1. *sect.* 3. §. 35.
(b) *Newt. Lect. Opt. p.* 1. *sect.* 2. §. 20. (c) *Essay d'Opt. f.* 1. §. 3.

centro sphæræ S emissorum, radii perpetuo a se recedent, formantes angulum; vocantur hi *Divergentes*, & quo majorem angulum formaverint, eo *magis Divergentes* dicuntur: ita SA, SE, plus quam SA, SB, divergunt. In genere vocantur *Divergentes*, quicunque magis a se recedunt, quamvis non ex puncto egrediantur.

§. 882. Punctum lucens S, vel opacum reflectens, appellatur *Punctum radians*.

§. 883. Qui radii a se distantes, propius continuo ad se mutuo accedunt, vel in puncto concurrunt, vocantur *Convergentes*: quales forent AS, CS, ES, ex A & G venientes.

§. 884. Punctum vel locus, in quo radii convergentes concurrunt, vocatur *Focus*.

§. 885. Punctum vel locus, in quo radii convergentes concurrissent, si in eodem medio pergere potuissent; aut punctum, e quo radii divergentes, recta producti, venissent, vocatur *Focus Imaginarius*.

§. 886. Si radii Lucis non multum divergentes AD, AC, AB (*Tab.* 1. *Fig.* 12.) in superficiem planam SD, Medii densioris Z, quam X, e quo veniunt, incidant, refringuntur ad perpendiculum, delati in rectis BE, CG, HD, qui ducti retro, quasi ex foco imaginario O, remotiori a superficie SD proveniunt. Est distantia AD puncti radiantis A, ad OD, distantiam foci imaginarii a superficie SD; ut sinus anguli refractionis, ad sinum anguli incidentiæ.

Nam AD perpendiculariter lapsus in SD, ad H recta transit absque refractioue: radius AC oblique incidit in SD, in quam ducatur perpendicularis C*p*, erit GC*p* angulus refractionis, cui est æqualis COD. Sed per §. 876. est sinus anguli COD, ad sinum anguli CAD, veluti CA ad CO, hoc est, veluti DA ad DO (1). Sed est angulus CDA= angulo incidentiæ AC*q*; ergo est sinus anguli incidentiæ ad eum refractionis, uti OD ad AD.

§. 887. Si radii lucis non multum divergentes KM, KR, KT, (*Tab.* 1. *Fig.* 13.) in superficiem planam VS Medii rarioris, quam e quo veniunt, inciderint, refringuntur a perpendiculo KM, tenduntque ad MN, RP, TQ, qui retro ducti concurrunt in foco imaginario L, propiori superficiei VS, quam est punctum radians K: estque distan-

(1) Nam cum radii AD, AC parum divergentes sint, adeoque & exigua admodum sit recta CD, erunt CA, DA æquales, itemque æquales CO, DO; atque adeo CA : CO :: DA : DO.

ſtantia KM ad LM, a ſuperficie VS, ut ſinus anguli refractionis, ad ſinum anguli incidentiæ, uti eadem demonſtratione, ac in §. 886. probatur.

Hæc demonſtratio locum non habet in radiis multum divergentibus: hi quippe retroducti, pro foco imaginario parvum circulum habent, qui eo major eſt, quo radii magis divergentes fuerint.

§. 888. Si radii convergentes EB, GC, HD (*Tab.* 1. *Fig.* 12.) ex medio denſiori Z, in ſuperficiem planam S D, medii rarioris X incidant, refringuntur recedendo a perpendiculo, formaturi focum A propiorem ſuperficiei S D, quam focus imaginarius O, eritque diſtantia AD ad OD in eadem ratione, ac in §. 886. Evadunt igitur hi radii convergentes.

§. 889. Si vero radii convergentes NM, PR, QT (*Tab.* 1. *Fig.* 13.) ex medio rariori in denſius planæ ſuperficiei SV inciderint, refracti ad perpendiculum, concurrent in foco, K remotiori a ſuperficie, quam eſt focus imaginarius L, eruntque diſtantiæ KM, LM in ratione memorata in §. 886. Evadunt igitur hi radii minus convergentes.

§. 890. Si radii paralleli AB, CD in ſuperficiem planam BD, medii alterius denſitatis, ſive majoris, ſive minoris inciderint, poſt refractionem pergent incedere paralleli; in medio denſiori ingredientur viam BE, DF, in medio rariori BG, DH: hi enim radii AB, DC æqualem refractionem patiuntur; adeoque angulus ZDF = ZBE, vel RBG = RDH; ergo ſunt paralleli BE, DF; tum BG, DH.

§. 891. Sit ſuperficies Medii denſioris Z, (*Tab.*1.*Fig.*15.) ſphærica convexa AB, in quam illabantur radii paralleli CA, BD, ſibi propinqui, ex Medio rariori, qui refracti concurrant in foco G: erit GB diſtantia foci a ſuperficie, ad FB radium ſphæræ, ut ſinus anguli incidentiæ, eſt ad ſinum differentiæ inter angulum incidentiæ, & refractionis. Recta DB perpendiculariter incidat, hæc abſque refractione per centrum F recta tranſibit. Ducta ex centro F recta FAE, erit angulus incidentiæ pro altero radio CA = CAE, cui eſt = AFB. Hic externus eſt æqualis Trianguli duobus internis angulis GAF, & FGA: ſed GAF eſt angulus refractionis; ergo eſt angulus AGF differentia inter angulos GAF, & AFB. Eſt vero per §. 876. ſinus anguli AFB ad ſinum AGF, uti GA

ad

ad FA, sive GB ad FB; adeoque GB est ad FB, ut sinus anguli incidentiæ, ad sinum anguli differentiæ inter angulos incidentiæ & refractionis.

§. 892. Radii DB, DA (*Tab.* 1. *Fig.* 15.) divergentes incidant in eandem superficiem AB sphæricam; quia ergo angulus incidentiæ DAE major est quam in §. 891. erit quoque angulus refractionis FAH major: quamobrem distantia H foci a superficie AB est etiam major. Ut vero punctum H inveniatur, finge radios parallelos a parte contraria Z venientes habere focum in Y: Radio FY describe arcum Y*p*, tum ad rectam F*p* duc AH parallelam, erit H punctum quæsitum. Nam si punctum *p* sit radians, *p*F recta transit, *p*A vero incidit in punctum proximum, adeoque oportet, ut radius parallele moveatur ad *p*F: Sed *p*A venit quasi ex DA. Triangula D*p*F, DAH, sunt similia; ergo D*p*, *p*F : : DA, AH; sive DY, YF : : DB, BH (1). Hinc alia exsurgit regula: quum sit DY, DY † YF : : DB, DB † BH; & permutando DY, DB : : DF, DH. Quo vero D punctum radians propius accesserit ad superficiem AB, eo angulus incidentiæ magis increscet; ergo & increscet angulus refractionis; qui si fiat æqualis AFB, erit radius refractus AL parallelus ad BH. Si punctum radians D propius accesserit ad AB, fiet angulus refractionis major angulo AFB; quamobrem divergentes manebunt radii post refractionem, quamvis minus divergentes, quam cum incidebant.

§. 893. Radii convergentes EA, DB (*Tab.*1.*Fig.*15.) illabi possunt in superficiem AB, directionibus tendentibus ad centrum F, hi illapsi perpendiculariter in A, & B, ad centrum F absque refractione transibunt.

§. 894. Si vero radii, qui incidunt, minus convergant, uti MA, DB, (*Tab.* 1.*Fig.* 15.) erit angulus incidentiæ MAE, minor quam radii paralleli GA; quare & angulus refractionis FAI erit minor, quam paralleli angulus refractus FAG, eritque distantia IB minor quam GB, puncto I eo propius accedente ad F, quo radius MA propius ad EA accedat.

§.895. Si vero radius incidens fuerit KA, (*Tab.*1.*Fig.*15.) hic

(1) Ob radios enim DA, DB ex hypothesi admodum propinquos arcus pY, AB valde exigui erunt; atque adeo pro æqualibus haberi poterunt rectæ Dp, DY; tum pF, YF; æquales item DA, BD; tum BH, AH.

hic post refractionem minus converget, quia accedit ad perpendiculum A F, cadit vero in aliquo puncto S inter F & B, sed eo propius accedit ad centrum F, quo KA propius ad E A accesserit.

§. 896. Ex hisce omnibus in §. 891, 892, 893, 894, 895, facile deducitur via contraria radiorum, ex Medio densiori in rarius incidentium, & quidem in superficiem sphæricam concavam AB. (*Tab.* I. *Fig.* 15.) Si enim radii divergentes SB, SA inciderint in AB, refracti sunt BD, AK.

Si ex centro F divergentes exierint, absque refractione transibunt, quia perpendiculariter illabuntur.

Si punctum radians inter F & G fuerit, erunt radii refracti BD, AM.

Si punctum radians in G fuerit, erunt radii refracti paralleli AC, BD. Si punctum radians ultra G ponatur, veluti in H, radii refracti coibunt in D. Si radii incidentes HB, LA fuerint paralleli, coibunt refracti propius superficiei AB, quam ante: & distantia FD, foci D a centro F, erit ad FB radium sphæræ, ut sinus anguli incidentiæ una cum sinu anguli differentiæ inter angulum incidentiæ & refractionis, ad eundem sinum differentiæ anguli incidentiæ & refractionis. Nam angulus incidentiæ est LAF = EAC = AFD; angulus refractionis est EAD; differentia augulorum EAC & EAD est angulus CAD = ADF. Sinus anguli incidentiæ CAE seu AFD est ut AD; sinus anguli ADF est ut AF = FB. Ergo sinus anguli incidentiæ AFD est ad sinum anguli ADF, ut AD ad AF, seu ut BD ad BF; & componendo erit sinus anguli incidentiæ AFD cum sinu differentiæ anguli incidentiæ & refractionis; scil. cum sinu anguli ADF, ad sinum ejusdem anguli ADF, ut BD † BF = FD ad BF. Si radii illapsi fuerint convergentes, citius coibunt refracti.

§. 897. Sit superficies sphærica convexa AB, (*Tab.* I. *Fig.* 16.) Medium densius X a parte convexa, Medium rarius Z a concava, radii DB, CA paralleli incidant, quorum DB perpendiculariter illapsus, per centrum F absque refractione transit: ducta perpendiculari FAE ad locum incidentiæ A, erit angulus incidentiæ CAE; quia radius refractione à perpendiculari FA magis recedere tenetur, viam AG ingreditur; adeoque paralleli radii post

refra-

refractionem a se mutuo divergunt: radius GA retro ducatur, donec concurrat cum alio in S, qui focus imaginarius est. Est angulus refractionis GAF = EAS; adeoque est CAS differentia inter angulum incidentiæ & refractionis; huic angulus ASF æqualis est: quare est sinus hujus anguli ad radium AF, ut sinus anguli refractionis EAS, cui est æqualis sinus anguli FAS, ad FS, distantiam centri superficiei sphæricæ a foco imaginario S.

§. 898. Si Radii divergentes DB, DA (*Tab.* 1. *Fig.* 16.) inciderint in eandem superficiem sphæricam convexam AB, post refractionem magis quam paralleli radii a se divergunt, quia angulus incidentiæ DAE major est, quam CAE; quamobrem radius DA refractus fit AH; qui si ducatur retro, concurrit cum axe in K, quod punctum est focus imaginarius, qui sic eruitur. Est angulus DAE incidentiæ, HAF est refractionis, cui est = EAK; adeoque DAK est angulus differentiæ inter ambos memoratos. Trianguli ADK est angulus AKF externus, qui = KAD † KDA, hi autem sunt cogniti: ergo in Triangulo FAK, est Sinus anguli AKF ad radium FA, ut Sinus anguli FAK, vel KAE, ad FK, intervallum inter centrum F, & focum imaginarium K. Quo punctum radians D magis a superficie AB recesserit, eo angulus incidentiæ DAE magis decrescit, donec æqualis fere ipsi CAE evadat. Quo punctum D propius accesserit ad AB, eo angulus incidentiæ DAF, ergo & refractionis, plus increscit, magisque refracti radii a se divergent: quamobrem focus Imaginarius propius continuo ad superficiem AB accedet.

Si radii convergentes DB, EA (*Tab.* 1. *Fig.* 16.) inciderint in superficiem eandem AB, qui producti concurrerent in centro F, hi perpendiculariter in AB illapsi, absque refractione usque ad F transibunt. Sed si qui incidunt, minus convergant, veluti DB, QA, quia per refractionem magis a perpendiculari AF recedunt, fiunt vel minus convergentes BR, AR, vel paralleli BR, AM. Protrahatur enim QA ad R, erit angulus QAE = RAF; si nunc sinus anguli RAF est ad sinum anguli MAF, ut sinus anguli incidentiæ ad sinum anguli refractionis, tum radius QA post refractionem feretur in via MA, parallela ad BR: decrescente angulo QAE, decrescunt RAF & MAF; idcirco radius QA post refractionem cum BR concurret. Qui autem magis convergunt illapsi radii,

velu-

veluti DB, PA, recedendo magis a perpendiculari AF, magis convergentes evadunt; nam via radii PA eſt AO.

§. 899. Facile nunc intelligitur via retrocurrentium radiorum ex medio rariori Z, (*Tab.* 1. *Fig.* 16.) in denſius X. incidentium in ſuperficiem concavam ſphæricam AB: nam radii paralleli RB, MA, poſt refractionem fiunt divergentes BD, AQ.

Radii divergentes FA, FB ex centro F emiſſi, abſque refractione tranſeunt in viis FAE, FBD.

Radii divergentes RB, RA ex puncto radiante ultra centrum F emiſſi, poſt refractionem magis a ſe divergunt, cum propius ad perpendiculum AE accedunt.

Radii divergentes OB, OA, ex puncto radiante O, intra centrum F, & ſuperficiem AB emiſſi, refracti fiunt minus divergentes, cum propius ad AE accedunt.

Radii convergentes RB, GA, refracti minus convergentes, vel paralleli fiunt.

CAP. XXX.

De Luce ex Aere illapſa in Vitrum, atque ex eo iterum in Aerem tranſeunte.

§. 900. Sit vitrum ABDC, (*Tab.* 2. *Fig.* 1.) planis ſuperficiebus AB, DC ſibi parallelis terminatum, in quod ex Aere radius obliquus EF incidat, qui refringitur, hic refractione ad ductam perpendicularem GFO accedet, fereturque in FL, adeoque oblique illapſus in L, ex vitro in Aerem refractus exibit, recedendo a perpendiculo RLP, in via LN. Quoniam ſinus anguli refracti LFO, eſt ad ſinum incidentiæ GFE, uti 11 ad 17, & FLP angulus = LFO, ac ſinus anguli FLP ad ſin. ang. RLN, uti 11 ad 17, erit angulus RLN = EFG; adeoque incidens EF eſt parallelus radio LN, ex vitro exeunti in Aerem.

§. 901. Sit vitreum priſma ABC, (*Tab.* 2. *Fig.* 2.) in cujus ſuperficiem AB, ex Aere radius obliquus HF incidat, qui refractus accedet ad perpendiculum FP, in via FS: hic radius oblique illapſus in S, exiturus in Aerem, in via SM refringetur, recedendo a perpendiculari QSO. Radius DK perpendiculariter illapſus in AB, tranſit

recta

recta ad I absque refractione; cum autem oblique feriat AC, exiturus ex vitro in aerem, refractus a perpendiculo IN, incedit in via IR.

§. 901. Ex vitro Sphæræ, ut & segmenta sphærica varia construuntur: 1. Ab una parte plana, ab altera convexa. 2. Ab utraque parte convexa. 3. Ab una parte plana, ab altera concava. 4. Utrimque concava. 5. Ab una parte convexa, ab altera concava: facta ex sphæris radiorum differentium.

§. 902 Hæc segmenta sphærica Tab. 2. Fig. 9, 10, 11, 12. appellantur *Lentes*: verum Tab. 2. Fig. 7. hæc species vocatur *Meniscus*, vel Fig. 8. Concavo-convexum.

§. 903. Recta transiens per sphæræ centrum, & perpendicularis in alteram superficiem planam: vel transiens per bina sphærarum centra, vocatur *Axis*.

§. 904. Si radii paralleli in sphæram incidant, Medio ambiente densiorem vel rariorem, atque in producta diametro, radiis incidentibus parallela, punctum T (*T.2.F.3.4.*) sit focus primæ refractionis in superficie AC, erit punctum F, medium inter D & T, focus refractorum & exeuntium radiorum.

Radii enim incidentes & exeuntes QA, FG producti, sibi occurrant in H; quoniam refractio in punctis A & G æqualis est, erit Triangulum AHG Isosceles (1): cumque angulus GTE=HAT, & HGA= TGF, erit Triangulum GFT etiam Isosceles. Si nunc radius QA fuerit proximus diametro CT, erit recta GF =DF=TF; ergo focus F est medius inter D & T.

§. 905. Datur aliquod punctum E (*Tab.2.Fig.5.6.7.&* 8.) in Lentibus utrimque convexis & concavis, per quod quilibet transiens radius, tum incidendo ut QA, tum exeundo ut *aq*, sibi manet parallelus: sed in plano-convexa, & in plano-concava Lente jacet punctum E in vertice conve-

(1) Ductis enim ex centro E in fig. 3. ad circumferentiæ puncta A, G radiis EA, EG, iisdemque in L & V productis, erit in priori refractione, quæ fit in A, angulus incidentiæ LAQ=EAH, eique respondens Angulus refractus erit EAG. In posteriori vero refractione, quæ in G contingit, angulus incidentiæ est AGE, qui *per* 5. *lib.* 1. *El*, angulo refracto EAC prioris refractionis in A, æquatur; Ergo angulus refractus VGF secundæ refractionis in G æqualis erit angulo prioris incidentiæ LAQ. Ergo duo quoque anguli EAH, EGH prioribus ad verticem oppositi, æquales item erunt. Quod si itaque ab his æqualibus æquales auferantur EAG, EGA, reliqui HAG, HGA æquales erunt; atque adeo triangulum AHG isosceles.

xæ, & concavæ ſuperficiei: & in duplici Meniſco jacet E extra ſuperficiem, maxima curvitate donatam.

Sit R E *r* axis Lentis, jungens centra R, *r* ſuperficierum A, *a*; ducantur duæ ſemidiametri RA, *ra*, ſibi parallelæ, jungantur puncta A, *a*, tum linea A *a*, axim in puncto E ſecabit. Cum enim Triangula REA, *r*E*a*, ſint ſimilia, erit Re ad Er : : RA, *ra*; adeoque punctum E eſt immutabile in eadem Lente. Supponamus jam radium utrimque recedere ab A*a*, quæ æqualiter ad perpendiculares in ambas ſuperficies inclinatur, adeoque radius utrimque contraria directione inflectetur, adeo ut AQ ſit parallelus ad *a q* (1). Si vero Lens evadat plano-convexa, vel plano-concava, aliqua ſemidiameter RA vel *ra*, evadit infinita, adeoque parallela ad axim Lentis; tumque alia ſemidiameter coincidit cum axe, atque ita puncta A, E, vel *a*, & E coincidunt.

§. 906. Punctum vero E, (*Tab.*2.*Fig.*5.*6.*) quod *Centrum Lentis* appellatur, hoc modo poteſt determinari. In Triangulis RAE, *ra* E ſimilibus, eſt RA : *ra* : : RE : *r*E. Cum itaque data ſit ratio RA ad *ra*, data item & conſtans R*r*, hæc per 10. l. *6*. El. diviſa ſecundum rationem RA ad *ra*, dabit quæſitum punctum E. In fig. vero 7. & 8. recta R*r* eouſque produci debet in E, donec RE ad rE eandem obtineat rationem radiorum RA, *ra*.

§. 907. Si igitur faſciculus radiorum perpendiculariter fere inciderit in Lentem aliquam exiliſſimæ craſſitiei, radii tranſeuntes per punctum E, pro linea recta per cen-

(1) Demonſtrandum eſt immutabile punctum E in fig. 5. ejuſmodi eſſe, ut per id tranſiens radius QA poſt refractionem in A, & inde egrediens per *a* in *aq*, ſit QA ipſi *aq* parallelus. Quod ita demonſtratur. Radius incidens QA in directum producatur in c; tum idem in *q a* egreſſus retroducatur in directum in C: radii item RA, *ra* paralleli in directum producantur in P, p. Radius itaque QA in punctum A incidens, & poſt refractionem per A *a* incedens, angulum incidentiæ habet QAP, angulum vero refractionis RA*a*: hic vero radius A *a* in punctum *a* alterius faciei lentis incidens, & per *aq* egrediens, angulum incidentiæ habet A*ar*, angulum vero refractionis *qap*. Sed ob parallelas RA, *ra*, eſt angulus prioris refractionis RA*a* æqualis angulo ſecundæ incidentiæ A*ar*; ergo erit quoque primæ incidentiæ angulus QAP angulo ſecundæ refractionis *qap* æqualis; ergo & anguli RA*c*, C*ar*, prioribus ad verticem oppoſiti, æquales item erunt. Si ergo ab his æqualibus angulis RA*c*, C*ar*, æquales RA*a*, A*ar* auferantur, reliqui *c*A*a*, C*a*A æquales erunt, atque adeo rectæ QA*c*, *qa*C parallelæ.

centrum Lentis ducta capi possunt, absque sensibili errore.

§. 908. Focus radiorum parallelorum, fere perpendiculariter in Lentem incidentium, sequenti modo invenitur.

Sit E (*Tab.* 2. *Fig.* 9. *Fig.* 10. *Fig.* 11. *Fig.* 12. *Fig.* 13.) centrum Lentis, sint R, *r* centra superficierum, axis sit *R r*, sit *g* E G linea parallela radiis incidentibus in superficiem B, cujus centrum est R; ducatur semidiameter B R parallela ad E *g*, in qua producta sit V focus radiorum refractorum a sola superficie B; ducatur V *r* secans *g* E protractam in G: erit G focus radiorum ex Lente exeuntium. Quoniam V est focus radiorum refractorum a superficie C, radii directione obliqua B V incidunt in superficiem A; adeoque necesse est, ut radii exeuntes ex A suum focum habeant in aliquo puncto illius radii, qui recta per hanc superficiem A transit, hoc est in linea V *r*, ducta per centrum *r*; & quoniam radius transiens per punctum E pro linea recta haberi potest, quæ sit *g* E G, ejus intersectionis punctum G ab V *r* erit focus omnium radiorum.

§. 909. Si radii incidentes, ad axim R *r* (*Tab.* 2. *Fig.* 9. 10. 11. 12. 13.) sint paralleli, distantia foci E F est æqualis E G: radii enim incidentes paralleli ad *g* E, gradatim magis inclinentur ad axim, donec evadant eidem paralleli, tum eorum primi & secundi foci V & G describent arcus VT & GF, quorum centra sunt R & E; nam linea RV est immutabilis, habens ad RB rationem sinus refractionis ad sinum differentiæ inter incidentiam & refractionem, per §. 891; adeoque EG est invariabilis, & ad lineam RV, in ratione *r* E ad *r* R, quia Triangula EG *r*, RV *r* sunt similia.

§. 910. Si Lens tenui vitro constiterit, eruetur ex præcedenti propositione hoc modo focus. Cum in Triangulis similibus EG *r*, RV *r*, sit GE, VR : : R *r*, E *r*; atque VR evadat TR, & GE fiat FE, erit R *r*, E *r* : : TR, FE; sive est distantia centrorum ambarum curvarum superficierum, ad distantiam Lentis a centro alterius superficiei curvæ, ita est semidiameter producta ad focum primæ superficiei, ad distantiam foci a Lente.

§. 911. Si ergo fuerit Lens utrinque concava vel convexa, est ut summa semidiametrorum, ad alterutram semidiametrum, ita est duplum alterius semidiametri, ad distantiam foci a Lente: Nam RT est = 2 RE, veluti *t t* = 2 *e r*; tum enim est E *t*, *t r* : : 3, 2.

§. 912. In Menisco autem est, ut differentia semidiametrorum ad alterutram semidiametrum, ita est duplum alterius ad distantiam foci a Menisco.

§. 913. Si semidiametri ambarum curvarum superficierum fuerint æquales, erit distantia foci æqualis uni semidiametro. Sed in plano convexa, vel in plano concava Lente superficies planæ habent quasi Semidiametrum infinitam, und ratio R r ad E r, est ratio æqualitatis; quare etiam est TR ad FE in ratione æqualitatis, sive TR = FE. Quoniam TR ad RE est ut sinus anguli incidentiæ ad sinum differentiæ, erit FE ad RE in eadem ratione.

§. 914. Sit Q (*Tab. 3. Fig. 1. 2.*) punctum radians, a quo radii divergentes mittuntur in Lentem vel sphæram, cujus centrum est E: si tum radii paralleli ab altera Lentis parte venissent, quorum focus sit in F, per §. 908, atque in axe QE producto capiatur QF, FE :: E*f*, *fq*, erit punctum *q*, focus radiorum refractorum, modo punctum Q radians non multum distet ab axe Lentis.

Nam centro E, radiis EF, E*f*, describantur duo arcus FG, *fg*, secantes radium QA *aq* in G & *g*, ducantur EG, E*g*. Supponatur G focus incidentis radii GA, radius egrediens erit *agq*, parallelus ad GE per §. 908.: sic ab altera parte ponatur *g* radians, emissusque sit radius *ga*, tum egrediens AGQ erit parallelus ad *g*E. Idcirco duo Triangula QGE, E*gq*, sunt similia, eritque QG, GE :: E*g*, *gq*. Si igitur radius QA *aq* fuerit admodum propinquus axi QE *q*, erit QF, FE :: E*f*, *fq*.

Est etiam QG, GE :: QA, A*q*; sive QF, FE :: QE, E*q*. Est quoque QG, QA :: QE, Q*q*; sive QF, QE :: QE, Q*q*.

Si Q accedat ad F, & coincidat, radii exeuntes erunt paralleli; tum enim *q* recedit in infinitam distantiam. Si Q ultra F ad Lentem appropinquet, tum focus *q* transibit ad alteram lentis partem, ac ante erat.

CAP. XXXI.

De diversa Radiorum refrangibilitate, & Coloribus.

§. 915. QUÆ hucusque de Lucis radiis memoravimus, illo innituntur fundamento, radios omnes esse æque refrangibiles; quod verum non est. Invenit

Nob.

Nob. Newtonus, radium lucis a Sole emissum, atque a nob's tractandum, esse radiolorum fasciculum diversa refrangibilitate præditorum; ita ut, si radius OF (*Tab.* 3. *Fig.* 4.) e Sole emissus, oblique in densioris Medii superficiem EFG inciderit, non refringatur tantum ad FR, sed abeat in radiolos FT, FS, FR, FQ, FP, qui a se divergendo, magis refringi radium FP, quam FT ostendunt.

§. 916. Ut Experimenta, quibus hæc admiranda lucis proprietas demonstratur, melius intelligantur, quædam præmittenda erunt. Si per exiguum foramen radius Solis locum obscurum ingrediatur, explicatur, pingitque supra planum, ipsi directe oppositum, orbem, eo majorem, quo planum a foramine amplius distiterit: quod fit, quia radii a toto hemisphærio Solis se per foramen penetrant, sesesque sub angulo, qui æqualis est apparenti Solis diametro, intersecant. His cognitis, capiatur vas amplum altumque, ad cujus fundum (qui optimus est si pelluceat) radius Solis, per foramen transmissus perveniat, notetur orbis longitudo ac latitudo; impleatur deinde vas Aqua, explicabitur supra fundum illuminati orbis longitudo, non vero latitudo.

§. 917. Vel capiatur virgula vitrea tribus angulis in modum clavæ torosa, quæ nunc vocatur *Prisma Vitreum*, ACB, cujus solidi anguli sint 60 graduum, in quod, per foramen FZ, incidat radius Solis OFXZ, qui refractus, & ad aliquot pedum distantiam ab albo plano exceptus, exhibet oblongam imaginem, cujus latitudo IG est circiter $\frac{1}{4}$ longitudinis PT. Est latitudo IC eadem, ac si in pari, a foramine F, intervallo, nullum Prisma interpositum fuisset. Hæc oblonga imago ex plurimis componitur circulis, (quorum pauci repræsentantur per GPA, HB, IC, KD, LTE) supra se cadentibus, qui cum sint omnes ejusdem diametri, efficiunt, ut imago lateraliter, rectis GL, AE, sibi parallelis, & ad extremitates P & T semicirculis terminata appareat. Repræsentat quilibet circulus imaginem Solis: inter hos igitur sunt, quorum radii a prismate plus, alii minus refringuntur.

§. 918. Si ad distantiam 10 vel 12 pedum a fenestra recedentes, foramen rotundum FZ (*Tab.* 3. *Fig.* 6.) per prisma A B C intueamur, id in loco PT instar imaginis

prioris oblongum apparet; certo indicio, radios PH plus quam TI refringi.

§. 919. Radius SF (*Tab.* 4. *Fig.* 1.) a Prismate ABC refringitur in oblongam imaginem PT, quæ in alterum prisma KM projecta fuit, ut exploraretur, utrum radii nunc refracti explicarentur ut ante, tumque acquireretur figura quadrata *pqtπ*; sed id non contingit, priore imagine PT tantum obliquum situm *pt* acquirente, atque ex iisdem circulis composita. Radii qui in prima refractione maxime refringebantur, iterum in secunda refractione magis refringuntur: quo evenit ut *p*, P, in ambabus comparatis imaginibus, amplius a se distent, quam T, *t*; hoc est, radii P, *p* maxime; T, *t* minus refringuntur.

§. 920. Radius igitur Lucis, prout e Sole emissus ad nos pervenit, constat Luce admodum heterogenea, cum adeo diversæ refrangibilitati subjicitur: quam vero continet Lucem æque refrangibilem, *Homogeneam* appellant Philosophi.

§. 921. Si radium Solis directe intueamur, aut eum in planam albamque chartam excipiamus, candidus apparet.

§. 922. Ejusmodi radius, per Prisma vitreum transiens & refractus, dein supra album planum exceptus, imaginem exhibet oblongam PT (*Tab.* 4. *Fig.* 2.), plurimis variegatam coloribus, hoc ordine dispositis, ut sint rubri, aurantii, flavi, virides, cærulei, purpurei, & violacei præcipue distinguendi: verum simul adsunt in singula colorum classe plurimi intermedii, quia non prorsus separati, sed lateraliter in se mutuo cadunt. Si conceperimus totam imaginem in 360. partes divisam, harum sua longitudine quilibet color totidem occupat, ac numerus ad latera adscriptus indicat.

§. 923. Radiorum coloratorum rubri minime, violacei maxime refringuntur: alii colores intermedii eo magis, quo plus a rubro recedunt ad violaceum, veluti conspectus radiorum ex prismate exeuntium docet.

§. 924. Vel si objectum planum CI, (*Tab.* 4. *Fig.* 3.) duobus coloratum pigmentis, Cinnabari & Indico, prismate inspiciatur duplici modo, ab oculo posito in K, videbitur in D in binas partes C, I discerptum: converso prismate in situm B, apparebit objectum in E iterum divisum, uti C, I. Cum autem ambæ imagines C, C Cinnabaris, videantur sibi propiores, illæ autem I, I coloris

loris Indici a se remotiores, liquet rubros radios minus refringi violaceis.

§. 925. Si idem objectum ambobus oblitum pigmentis illuminetur luce candelæ methodo Desagulieriana (a), atque Lens ampla L, L (*Tab.* 4. *Fig.* 4.) colligat radios, rubri focum *p* remotiorem a Lente habent in plano S, cærulei propiorem *o* in plano B: novo indicio, cæruleos magis refringi rubris.

§. 926. Manet refrangibilitas constans in eodem colore, adeo ut radii rubri, variis vicibus refracti, semper minus refringantur, quam radii Violacei, aut alii colorum intermediorum. Sit S (*Tab.* 4. *Fig.* 5.) Sol, cujus radius per foramen F transmissus incidat in prisma ABC, quod ipsum refringat in suos colores, qui excipiantur supra tabulam DGE; hæc perforata unum colorem transmittat supra tabulam δ, γ, η, quæ etiam foramine donata, transmittat in alterum prisma *a b c* colorem; hic secunda vice refractus perget ad M. converso primo prismate ABC, possunt successive omnes colores projici supra alterum prisma *a b c*, qui refracti denuo observabuntur inter M & N: quamvis omnes nunc eadem incidentia ad prisma *a b c* pervenerint, nihilominus deprehenduntur violacei plus refringi, quam rubri, in hac secunda refractione (1).

§. 927. Quoniam radii rubri minus reliquis radiis colo-

 ratis

(a) *Phil. Trans. N.* 426.

(1) Quæ hactenus de radiorum lucis diversa refrangibilitate ab Auctore nostro adducta sunt, sequentibus experimentis majorem nancifcuntur lucem. Sit prisma (*Vid. fig.* 3. *Tab. Addit.*) ABC radios in obscurum cubiculum per foramen F transmissos excipiens, eosque ad papyrum, vel oppositum parietem H I in suos colores separatos projiciens. Superficies prismatis BC cum non omnes refringat radios versus T, sed & plurimos reflectat, eos ad P siste cum alia papyro KL. Porro convertatur prisma circa ejus axem secundum ordinem litterarum ABCA, & videbis tum amplitudinem colorum ad T, tum quantitatem lucis ad P perpetuo augeri; donec tandem cum radiorum inclinatio ad planum BC sit maxime obliqua, colores in T incipiant evanescere, & in P reflecti, ibique apparere, violaceus primo, tum purpureus, dein. de cæruleus, viridis, flavus, ac denique aurantius & ruber.

In hoc experimento hæc maxime spectanda sunt. 1. Cum singuli colorati radii ante eorum separationem æqualiter ad prismatis superficiem AC inclinentur, ac deinde refractione separati, purpurei primum a superficie CB reflectantur in P, reliquis per eandem superficiem CB ad T transmissi; tum reflectantur violacei, deinde cærulei, & ita porro; consequens est purpureorum majorem esse præ reliquis ad superficiem CB inclinationem, eosque adeo omnium maxime refrangi ex superficie BA; tum violaceos reliquis magis refrangi, inde cæruleos, & ita porro usque ad

§. 927. Quoniam radii rubri minus reliquis radiis coloratis refringuntur, constantius viam suam retinent, e qua minus a vi attrahente & refringente turbari potuerunt: adeoque majori vi particulæ, radios rubros componentes, moventur; erunt proinde vel majores, vel densiores, quam particulæ reliquorum colorum. Verosimile est rubras particulas pari velocitate, ac eas reliquorum colorum moveri in radio Solari, ex omnibus coloribus constante. Vis igitur major iis inerit, vel posita pari densitate, sed majori volumine; vel posito eodem volumine, sed majori densitate.

§. 928. In radiis rubris majorem vim esse etiam ex fulgore, quo oculos perstringunt, concludimus, clarissime enim

---

ad rubros omnium minime refractos: notum quippe est lucis radios in pellucidi minus densi superficiem veluti CB nimis oblique incidentes, quemadmodum in opacum corpus incidissent, ab ea reflecti, adeoque necesse est, ceteris paribus purpureos obliquissime omnium ad superficiem CB inclinari, tum reliquos successive secundum præscriptum ordinem.

2. Liquet etiam Solis lucem ex radiis coalescere nedum refrangibilitate disparibus, sed & reflexibilitate, magisque refrangibiles; præ ceteris magis etiam esse reflexibiles; observatum quippe est eos radios omnium primos reflecti, qui iisdem positis omnium incidentiis, maxime fuerant refracti.

3. Consequitur demum radios eosdem exhibere colores, cum a superficie CB reflectuntur, quos per eandem superficiem trajecti, refractique excitabant; reflexi siquidem albedinem P singuli eo colore tingunt, quem refracti in T repræsentabant. Colores itaque suos habebant radii ante refractionem, a qua proinde non aliter dependent, quam quod ejus ope eruantur, a ceteris separentur, & manifesti fiant, non vero quod ipsa refractione procreentur, ut quibusdam perperam visum est.

Sed & in majorem eorum, quæ modo dicta sunt evidentiam, sit EFG (*Vid. fig.* 4. *Tab. Addit.*) fenestræ operculum ad F terebratum; tum prisma foras statuatur, quod Solis lucem foramen F ingressuram intercipiat, & refringat versus *f*. Ad *f* pedibus ab F duodecim, aut longius, positum sit opacum corpus *efg*, quod lucem sistat, demto parvo foramine *f*, per quod lucis pars aliqua, nempe violacea, longius trajiciatur ad y. Istud autem *f* non sit semisse digiti latius. Deinde præ manibus sumatur aliud prisma *abc*, & ad radios transverse positum statuatur a postica parte foraminis *f*, circaque axem ejus convertatur, donec videas lucem violaceam, postquam ab ejus basi *bc* obliquissime refracta fuerit versus *t*, totam a *t* disparuisse modo, & ad *p* reflecti. Cum primum lux violacea ad *p* reflectitur, prisma *a b c* in eo statu figatur. Tum alterum prisma A B C motu circa axem ejus nunc hac, nunc illac parum convertatur; ut colores, quos projicit in obstaculum *eg*, paululum attollantur, eoque pacto successive omnes transmittantur per foramen *f* in posterius prisma *a b c*, & videbis quod cum flavedo transmittitur ad *y*, illi radii non omnes ad *p* reflectantu, sed plurimi perrumpant superficiem

enim fulgent radii rubri, vix conſpici poſſunt violacei, quia debiliſſime viſum feriunt: virides autem radii, modice afficientes oculos, adeo his placent, cum nec nimis, nec debilius eos commovent.

§. 929. Qui color in radio ab aliis ſeparato obſervatur, ille conſtans permanet idem, utcunque hic radius coloratus refringatur per Vitra, Priſmata, Lentes: vel condenſetur Lentium ope in focum: vel reflectatur a quocunque ſpeculo, vel a quolibet corpore, & deinde per priſma inſpiciatur; ruber radius ruborem ſemper exhibet, nunquam alium: viridis radius colorem retinet ſemper viridem: idem obtinet in aliis coloribus (1).

§. 930.

ciem *b c*, & ad *t* pertingant. Et cum rubor ad y tranſmittitur, illi radii fortius adhuc perrumpent, ut ex ejus perrumpentis lucis copia conſtat. Jam cum radii, qui citius, & facilius reflectuntur in ſuperiori exprimento, nempe purpuriformes & violacei; etiam citius & facilius hic reflectantur, id fieri liquet non ex contingentia, ſed ex ipſa radiorum naturali conſtitutione, & quod antecedenter ad omnem reflexionem, aut refractionem, quidam ad exhibendos quoſdam colores ſunt apti, faciliuſque reflexibiles; alii vero aliis coloribus, & progrediendi viribus afficiantur.

Ad hæc ſi duas laminas vitreas (*Vid. fig.* 5. *Tab. Addit.*) CB plane perpolitas, & ad invicem applicatas ſecundum planitiem earum connectas, eaſque vaſi R Q aquæ pleno immergas, extremitate ſuperficierum juxta poſitarum, undique cera vel pice prius obturata, ut aqua media non interrepat, & expellat aerem, qui more laminæ tenuiſſimæ interjacet vitra; ſi hæc, inquam, fiant, eum poteris vitrorum invenire ſitum, ut illucente Sole aer interjectus cæruliformes radios, reflectat verſus *p*, rubriformes vero tranſmittat verſus *s*, aliaſque modo dictis congruas apparentias exhibeat.

(1) Sciendum tamen eſt Mariotte & Rizzettum ejuſmodi Nevvtoniana experimenta repetentes, expoſitum eorundem ſucceſſum haud expertos fuiſſe; iiſdemque Auctoribus obſervatum, poſt ſecundam refractionem, radii cujuſque diverſos iterum apparuiſſe colores: quod argumento eis fuit Nevvtonianam de diverſa radiorum refrangibilitate doctrinam, improbandi. At immerito id factum eſſe ex eo conſtat, quod Nevvtoniana experimenta non clanculum, nec ſemel aut iterum, ſed innumeris fere vicibus, pluribus clariſſimis viris ſpectantibus, maximaque adhibita diligentia in Londinenſi, ac Pariſienſi Scientiarum Academia, tum in Hollandia, Italia, Germania inſtituta, ac repetita fuerint, ac ſemper eum ſortita effectum, quem Cl. Nevvtonius deſcribit: ac proinde immerito tanquam falſa eadem rejiciuntur a privato quodam, qui facile in ſuis parandis experimentis aberrare potuit. Dicendum eſt itaque in Mariotte & Rizzetti experimentis haud homogeneum radium adhibitum fuiſſe, indeque factum, ut poſt novam refractionem diverſi viſi fuerint colores. Qua in re ſpectandum eſt, quod ſi cum radiis alicujus coloris, minori copia radii aliorum colorum permixti fuerint, prior radiorum color ad ſenſum non mutabitur, quia lumen vividum impedit, quo minus debile ſit ſenſibile: quod ſi ita commixti radii, qui ad oculum pro homogeneis habeantur, tranſeant per priſma, eorum colores tum ſeparari, & ſenſibiles fieri neceſſe eſt.

Pro

§. 930. Quamobrem diversus motus, aut gyratio singularum partium Lucis, oriunda ex refractione, non est causa diversorum colorum; nam hæc gyratio mutabitur, simulac altera vice Lux refringitur, reflectitur, vel colligitur: adeoque ex radio colorato iterum diversi colores orientur, quod nunquam fit. Eorum fabrica propria proinde facit, ut hi hujus coloris, alii alterius ideam in mente excitent: manente singulorum fabrica eadem, constanter quilibet eundem colorem repræsentabit. Notatum vero hic velim, cum de colore radiorum loquor, me non opinari, ejusmodi colores radiis inesse, sed tantum potentiam quandam ita movendi nervos oculorum, ut horum motus in Mente ideam colorum excitet: qui radii ideam rubri coloris secum comitem habent, illos rubros appellavi; & pari modo reliquos flavos, virides, violaceos &c. ac si revera hi colores radiis inessent, quia intuentibus experimenta, ita radii apparent.

§. 931. Collectio omnium radiorum coloratorum in unum, constituit candorem, sive albedinem.

Si enim ope prismatis A B C, radius Solis fuerit refractus in suos radiolos coloratos, qui in Lentem M N convexam illapsi refringuntur, atque in focum G condensantur: hic focus in planum album D E exceptus, albus erit. In hoc foco tantum permistionem colorum, non vero destructionem fieri, inde patet; quia si ultra focum removeatur planum, illico colores, sed inverso ordine apparent.

§. 932. Si focus G, ope alterius prismatis HIK, inspiciatur, in suos colores refractus apparet, ut ruber sit in *r*, violaceus in V, una cum aliis coloribus intermediis.

§. 933.

Pro felici vero Newtonianorum experimentorum successu sequentia probe sunt observanda, quæ fortasse contemta Mariotte, & Rizzettum in suis experimentis deceperunt. 1. Prismata sunt adhibenda ex vitro purissimo, venulis immune; aliter reflexiones radiorum dantur in ipso prismate, & in exitu lumen etherogeneum cum homogeneo permisceatur, quod maxime experimentum turbat. 2. Cavendum ne ullum lumen præter simplicem radium per subtile fenestræ foramen, cubiculum intret; si enim alii plures ingrediantur radii, iique cum iis misceantur, qui imaginem efficiunt, experimentum haud bene procedere poterit. 3. Cavendum demum ne experimentum instituatur, quando Cælum non satis est serenum; tunc enim inter ipsos radios directe a Sole procedentes plures sunt, qui diversas habent refractiones; quod præcipue contingit, quando nubes dantur, quæ lumen satis vividum reflectunt.

§. 933. Duo prismata ABC, *a b c*, quorum anguli refringentes B, *b* sint æquales, parallelæ ita inter se collocentur, ut angulus prismatis B contingat alterum *c*, binaque latera CB, *c b* in directum jaceant; lumen per prismata ista trajectum excipiatur supra chartam MN, quæ intervallo circiter 8 vel 12 pollicum a prismatibus distet. (*Tab.* 4. *Fig.* 7.) Jam colores ab interioribus binorum prismatum extremis B & *c* geniti, commiscebuntur in loco PT, ibique albedinem efficient: etenim si alterutrum Prisma removeatur, colores ab altero geniti in loco illo PT apparebunt.

§. 934. Si diversissimi coloris pigmenta determinata copia secum permisceantur, veluti, Auripigmentum, Viride æris, Cæruleum montanum, purpura, producent pulverem, qui chartæ illitus crassiuscule, & ad distantiam 18 pedum conspectus, æque albus ac charta apparet.

§. 935. Si omnium colorum radii non permiscentur, non producitur albedo, sed ab hac eo major fit recessus, & vergentia ad luridum, vel peculiarem aliquem colorem, quo plures colorati radii intercepti, pancioresque colores conjuncti fuerint. Si enim Lux a prismate in suos coloratos radios refracta, inciderit in lentem M N, & focus G omnium colorum sit candidus, prope T intercipiatur aliquis color, veluti violaceus, focus G non amplius candescet, sed verget ad colorem fuscum: intercepto insuper colore Indico, G minus candebit: prohibito adhuc colore rubro ad P, focus G (*Tab.* 4. *Fig.* 6.) flavescit, viretque: impedito viridi adhuc flavescit focus G perfecte.

§. 936. Si in colores Solis radii a prismate fuerint refracti, atque coloratus aliquis radius seorsum in quoddam objectum pigmento tinctum incidat, id objectum colore radii incidentis, non colore sui pigmenti, tinctum apparebit. Si autem idem radii illapsi, qui pigmenti, fuerit color, vivacissimus est color pigmenti, cum objectum ab aliis coloratis radiis illuminatum multo obscurius resplendeat. Ex his patet, objecta colorata reflectendo radios Lucis, eorum colorem non mutare, verum hæc objecta nonnullos radios coloratos copiosius, alios in minori quantitate repercutere.

§. 937. Hinc intelligitur, cur objecta in loco, ubi Spiritus Vini ardet, appareant cærulescentis coloris? quia nempe radii fere tantum cærulei ab inflammato spi-

ritu

ritu vini oriuntur, iidemque ad oculos ab objectis repercussi, cærulescentis coloris ea ostendunt. Hinc etiam intelligitur quare objecta colorata ad lucem candelæ alterius coloris, quam ad lucem Solis, Lunæ, Lampadisve ardentis esse videantur. Nam ad candelam charta flava apparet languidior, colore vergente ad pallidum stramineum: Pigmentum saturo viride apparet subcæruleum: conspectum id una cum subcæruleo apparet subviride: comparatum cum flavo videtur magis cæruleum: plura hujusmodi prodita sunt a Nob. Boyleo in Tractatu de Coloribus. Quia nulli radii nigri prismate exhibentur, colligimus nigredinem non esse colorem: tum quia umbræ graviores, aliaque nihil, vel parum lucis replicantia objecta, conspiciuntur nigra.

§. 938. Quotiescunque Lux in laminas tenues pellucidas incidit, separatur quoque in colores, quorum alii reflectuntur, alii transeunt, pro varia lamellarum crassitie. Clarissime hoc observatur, cum binas longorum Telescopiorum Lentes objectivas sibi mutuo imponimus; inter eas enim Aer tanquam tenuis lamina interjacet, sed quæ diversæ est crassitiei: tenuissima est, ubi vitra se contingunt; crassior continuo, pro majori a contactus puncto distantia (*Tab.* 4. *Fig.* 8.). Cadat Lux in superiorem Lentem, eamque a parte superiori intueamur; tum ubi Lentes se contingunt, macula apparet nigra: hanc varii annuli, a se separati ambiunt, quorum colores, a centro incipiendo, sequenti ordine sunt dispositi,

Niger, cæruleus, albus, flavus, rubeus.
Violaceus, cæruleus, viridis, flavus, rubeus.
Purpureus, cæruleus, viridis, flavus, rubeus.
Viridis, rubeus. Sunt & alii, qui eo debiliores, quo magis a centro distant: hi per reflexionem ab Aere sunt producti.

§. 939. Si Lentes ab altera parte inspiciamus, ut radii transmissi in oculum incidant, iterum annuli colorati apparent, verum iis in locis, in quibus priores annuli a se distabant: ordines, incipiendo a medio, ita se habent.

Albus, rubeus, flavescens, niger, violaceus, cæruleus.
Albus, flavus, rubeus, violaceus, cæruleus.
Viridis, flavus, rubeus, viridis subcæruleus.
Rubeus, viridis subcæruleus, &c.

§. 940. Hæc omnia clarissime quoque inspiciuntur in bullis,

lis, quas Aquam Sapone inspissatam inflando, formamus: cum enim hæ bullæ successu temporis fiant tenuiores, Aqua a parte superiori descendente ad inferiorem, observamus oriri similes omnino annulos coloratos, & quidem in diversis bullarum partibus, prout tempore tenuiores redduntur aliæ partes, aliæ iterum crassiores: idque reflexione & transmissione Lucis fit, veluti in Lentibus.

§. 941. Pigmenta & objecta coloribus tincta proprie in se colores non habent: verum in sua superficie lucem allapsam refringunt in colores, quorum nonnullos reddunt, alios in se absorbent, quos multis repercussionibus internis suffocant aut transmittunt: proinde objecta sub eo colore videntur, quem replicati Lucis radii habent. Pigmenta sunt corpuscula tenuissima, adeoque pro laminis tenuibus, de quibus in §. 938. dictum est, habenda, quæ pro varia crassitie, qua donantur, diversum colorem reflectunt idcirco idem pigmentum pro diversa partium crassitie cum variis coloribus videbitur. Cinnabaris integra quam parum rubet? contusa in pulverem mediocris tenuitatis pulcherrimum rubeum colorem refert: trita supra porphyritem in impalpabilem subtilitatem cum aqua multum de pulcritudine coloris amittit, ad aurantium accedendo; pulcherrima autem rubedo redit, Oleo Lini, Papaveris vel Terebinthinæ affuso. Simile quid in Viridi æris datur. Hinc quoque, si nonnullorum corporum superficies, sive in asperiorem, sive in læviorem mutetur, propter partium compressionem ad se, atque ita ob speciem incrementi earum, corpora aliter colorata videbuntur. Charta aspera multo plus quam polita albet: Argentum asperum albissimum est, politum nigrescit.

§. 941. Attendendo insuper ad lucem per laminas tenues pellucidas transeuntem in §. 938.. & 939. discimus, quare, si objecta colorata pelluceant, alterius coloris appareant, ope reflexæ, quam ope lucis transmissæ conspecta: nonne id evidentissimum est, cum plumas avium, & præcipue collum columbarum intuemur, quod variis inflexum motibus pulcherrimos colores exhibet, quorum nonnulli reflexione, alii transmissione oriuntur? Id quoque conspicuum est in infusione Ligni Nephritici, quod pro diverso tam oculi, quam lucis situ, alio colore apparet. Quemadmodum quoque tegmina nonnulla sericea se habent; tum Auri lamellæ tenuissimæ ante Microscopium

pium positæ, per quarum poros Lux cærulea tantum transit.

§. 942. Interim nonnullæ corporum Tincturæ, ab affusis diversis solutionibus varios induentes colores, iisque iterum amissis, in pristinum statum redeuntes, amœna spectacula præbent. Veluti si Tincturæ rosarum rubrarum cum Spiritu vini, albescenti adhuc, Spiritus salinus acidus affundatur, ut Spiritus Vitrioli, Oleum Sulphuris, Spiritus Salis marini, Nitri, Aqua fortis, adeo exigua copia, ut vix acidum percipi queat, hæc in Tincturam elegantem rubri roseique coloris mutatur. Si autem eidem Tincturæ rosarum solutio Salis Alcalini affundatur, mutatur in Tincturam viridem, veluti fit ab affuso Oleo Tartari per deliquium, Spiritus Salis Ammoniaci. Sed si eidem Tincturæ rosarum alba solutio Vitrioli Martis in Aqua affundatur, oritur nigrum atramentum. Si rubenti priori Tincturæ, propter affusum acidum Spiritum, adjeceris solutum Salem alcalinum, in viridem colorem vertitur rubedo: & si virenti Tincturæ ob Salem alcalinum adjeceris Spiritum acidum, mutatur in rubescentem Tincturam.

Si solutioni pellucidæ gallarum Vitriolum Martis vulgare, vel calcinatum ad albedinem, vel ad formam rubri colcotharis injiciatur, illico nigrescit: perit nigredo ab affusis Olei vitrioli guttis, priori pelluciditate redeunte; huic liquori affunde Oleum Tartari per deliquium, redit pristina nigredo, destructa iterum ab affuso Spiritu acido. Plura similia Magnus Boerhaavius (a) suppeditavit, & prostant quædam in Tentaminibus Florentinis (b), tum apud Helshamum (c). Hæc colorum productio & mutatio e varia magnitudine particularum in solutione natantium, nunc majorum, nunc minorum pendet: inde enim hos colores oriri, subtilissime ostendit Nob. Newtonus (d), qui doctrinam de Luce & Coloribus fere exhausit, plurimisque aliis inventis, quæ attingere in his Institutionibus non licet, amplificavit (1).

CAP.

(a) *Chem. vol.* 2. *p.* 535. (b) *Part.* 2. *pag.* 93. & *seq.* (c) *Lectures ch.* 20. (d) *Opticæ Lib.* 2. *part.* 2.

(1) Newtonianæ itaque doctrinæ de coloribus summa hæc est: quod a certis corporibus certa radiorum genera reflectantur reliquis omnibus copiosius, & ab aliis alia. Minium nempe radios minime refrangibiles, sive rubros, copiosissime reflectit, atque inde videtur rubrum: Violæ radios

CAP. XXXII.

Descriptio Oculi.

§. 943. QUomodo objecta extra nos posita videntur, exponi nequit, nisi Visus organum, quod Oculus

radios maxime refrangibiles, sive violaceos, copiosius præ ceteris reflectunt, atque inde suum trahunt colorem: Omne demum corpus eos radios præ reliquis copiosius reflectit, qui sunt eodem ipsius colore donati, coloremque suum inde trahit, quod isti radii in reflexo lumine prævaleant, & dominentur. Hujus doctrinæ hæc est potissima ratio, quod color luminis homogenei nulla reflexione, vel refractione mutetur, ut ex superius relatis experimentis satis liquet: igitur si naturalia corpora radios reflectendo, nec quicquam eorum colorem immutant, necesse est non posse alia de causa, ea colorata videri, quam quia eos radios reflectunt, qui vel sua natura eo sint colore donati, quem ipsa corpora exhibent, vel qui aliqua sua permixtione eorundem corporum colorem conficere debent. Hæc ad opaca corpora spectant. Pellucidorum vero, qui transmisso lumine, colores videntur, similiter ab eorum radiorum conditione pendent, qui libere ea pervadentes corpora ad oculos tandem appellunt, sive homogenei solitarii fuerint, sive homogeneorum plures invicem permixti. Eos vero radios, qui neque occurrentibus corporibus reflectuntur, neque per eadem transmittuntur, intra ipsamet corpora intercipi ac veluti restingui existimandum est. Si enim aurum in bracteas tenuissimas ductum inter oculum & lucem collocetur, lux per id cærulea videbitur, vel viridis: id ergo aurum transmittit per se radios cæruleos, aliosque ultro citroque reflexos aliquandiu, intra se intercipit tandem, atque restinguit, radios vero flavos reflectit extra, ipsumque adeo videtur flavum. Quemadmodum autem bracteæ aureæ videntur flavæ lumine reflexo, & cæruleæ transmisso, ita quoque certi sunt liquores, ut ligni nephritici, & certa etiam vitri genera, quæ unum genus luminis transmittunt copiosius, aliud vero genus reflectunt, eoque pacto coloribus variis pro vario oculi atque luminis positu videntur.

Ceterum quæ adversus hanc Newtoni theoriam tot experimentis confirmatam opposuere Pater Pardies, Franciscus Linus, Antonius Lucas, aliique, ea uberrime resolvit Newtonus ipse in Transactionibus Anglicanis, ex quibus excerpta huc spectantia simul collecta videsis *tom.* 2. *Opusculorum* Newtoni Genevæ editorum Anno 1744. Sed non abs re erit novam adversus eandem Theoriam hic adferre difficultatem, quod non desint, qui eam plurimi faciant. Sequenti illa nititur experimento: Si duo subtilissima fila, coccineum unum, alterum violaceum in longitudinem simul conjungantur, tum intervallo debito nudis oculis simul objiciantur, ambo constat unico obtutu ita distincte conspici, ut crassities, & color singulorum distincte dignoscatur. Id Newtonianæ Theoriæ repugnare ajunt: ex notissimis enim visionis directæ principiis cap. 33. exponendis distincta & clara fit objecti visio per radios, qui ex singulis objecti punctis pennicillorum instar prodeuntes, ac divergentes, ope trium refractionum in oculi humori-

culus eſt, intelligatur; quamobrem breviſſime eum explicare

moribus, aqueo, cryſtallino, vitreo, tandem in totidem retinæ puncta accuratiſſime coeunt, diſtinctamque objecti imaginem ibidem depingunt, quemadmodum cap. 33. fuſius eſt declaratum. Igitur ſi coccinei ſimul & violacei fili clarus & diſtinctus eſt ſimultaneus intuitus, uti docet ſuperius memoratum experimentum, neceſſe omnino eſt cum coccineorum, tum violaceorum radiorum penicillos ex diverſis ejus objecti punctis prodeuntes, peractis per oculi humores debitis refractionibus, in totidem retinæ puncta accurate coire. Verum ſi ſecundum Nevvtoni theoriam violacei omnium maxime, omnium minime rubri refringuntur, horum alterutrum admittatur neceſſe eſt, ſcilicet, ſi rubri accuratiſſime in retina coeunt, violaceos radios majoribus refractionibus præditos, atque idcirco magis convergentes factos, cis retinam, & intra vitreum humorem coire, ex quo inde decuſſantes & divergentes plura retinæ puncta ſubire: ſi violaceos ſtatuas accuratiſſime in retina uniri, rubros neceſſe eſt minoribus refractionibus præditos, atque idcirco minus convergentes, ad retinam disjunctos pervenire, trans illam uniendos, ſi producerentur. Nequit igitur ſecundum Nevvtoni theoriam clarus & diſtinctus eſſe utriuſque fili coccinei, & violacei ſimultaneus intuitus.

Sed evaneſcet prorſus hæc difficultas, ſi ſpectetur 1. adfirmari tantum, at certe adducto experimento non ad evidentiam probari, utriuſque ejus fili claram & diſtinctam eſſe ſimultaneam viſionem; fac enim accurate diſtinctam coccinei fili viſionem veluti ex centum partibus coaleſcere, atque ob diverſam Nevvtonianam radiorum refrangibilitatem, eandem viſionem ab accurate diſtincta una vel duabus ejuſmodi centeſimis partibus deficere; quis adfirmabit eum defectum oculo poſſe dignoſci, eodemque viſionem illam non accurate diſtinctam reputari? Junctis ſane in retina violaceis radiis, etſi ibidem tum accuratiſſime non colligantur coccinei, hi tamen tam propinqui inter ſe retinam ferient, ut pro accuratiſſime junctis ſaltem phyſice haberi poſſint, nullaque adeo eſſe poſſit ſenſibilis differentia in claritate & diſtinctione viſionis. 2. Mentis reflexione, judicio, vel anticipatione veluti compenſari claritatis, & diſtinctionis defectum ex diverſa radiorum refrangibilitate oriundum, quemadmodum ab eadem quoque cauſa magnitudinis, & diſtantiæ objecti viſio & perceptio dependet, uti Opticis notum eſt, patetque ex iis, quæ cap. 33 dicta ſunt.

Expoſitis hactenus quæ ad Nevvtoni doctrinam de colorum cauſis & natura ſpectant, nil ceterorum Philoſophorum ſententias Auctor noſter moratur; quod fortaſſe vera jam demonſtrata Clariſſimi Viri ſententia, reliquorum Philoſophorum de coloribus hypotheſes a veritate, quæ una & ſimplex eſſe debet, quam maximum abludere neceſſe ſit. Eæque præterea hypotheſes in communi errore conſentiunt omnes, quod lucis modificatio varia, qua ſinguli colores exhiberi ponuntur, ei non ſit ab origine inſita, ſed inter reflectendum, vel refringendum acquiſita. Inter lucis radios nullum agnoſcitur diſcrimen earum hypotheſium Auctoribus, priuſquam in corpus aliquod colorificum incidant, opinantibus tantum, quod pro varia iſtius corporis diſpoſitione, variis modis ii reflectantur, & refringantur; & pro ſpecie modificationis, quam ſic acquirunt, varia deinde colorum phantaſmata exhibeant. At cuncta hæc falſa eſſe ſatis ſuperque evictum: nihilominus quo philoſophica eruditione circa hoc potiſſimum Phyſicæ thema tironum noſtrorum

care nitar. Eſt homo a natura duobus donatus oculis, in facie mediaque capitis altitudine poſitis, ut cerebro ſint proximi: quilibet profunde in orbita jacet oſſea, accurate a Cl. Winslovio delineata (a), in qua tutus ab injuriis, a latere vel poſtice iuferendis, hæret: aliquantum ex orbita promi-

(a) *L'Hiſt. de l'Acad. Roy. A.* 1721.

---

rum animus imbuatur, ſimulque intelligant experimentalis Newtonianæ Philoſophiæ præſtantiam præ aliis philoſophandi rationibus, præſertim quæ vanis, & pro libitu fictis hypotheſibus fulciuntur, operæ pretium me facturum duxi, ſi præcipuas ſaltem aliorum Philoſophorum de colorum natura ſententias hic explicatas ſubjicerem.

Ariſtoteles imprimis *lib. de ſenſu & ſenſibili cap.* 3. colorem definit τοῦ δι·φάνους ἐν σώματι ὁρισμένῳ περας, ideſt, *extremitatem perſpicui in corpore terminato*. Contendit ſcil. naturam illam perſpicui, in cujus actione lucis naturam conſtituerat, non ſolum in aqua, aere, cælo, ceteriſque pellucidis corporibus reperiri, ſed & in quolibet opaco corpore inæqualiter, plus minuſve, diffuſam; eam in aere ceteriſque pellucidis corporibus lucem efficere; in corporum vero variis ſuperficiebus colores eorum varios. Lux itaque & color per Ariſtotelem eadem eſt perſpicui natura reipſa & actu mota; hæc ſi in corpore fuerit interminato, & permeabili, lux proprie erit; ſi vero a corporis ſuperficie fuerit terminata, colorem conſtituet. Quid vero id eſt aliud, quam lucis radios in corporibus pellucidis nullum offendere obſtaculum, a quo reflectantur; in opacorum præterea corporum ſuperficiebus eoſdem incidentes reflecti ob obſtructum aditum, indeque ad oculos pervenientes colorum ſenſus excitare? Id ſane tam vero congruum, quam quod maxime, ac ſolis exceptis Scholaſticis, Philoſophorum nemo abnuit; quæſtionem tamen non ſolvit, cum explicandum adhuc ſit, quid a corporum ſuperficiebus ei perſpicuæ naturæ accedat, ut inde varias colorum ſpecies referat. Adducta præterea Ariſtotelis definitio nec omnem complectitur coloris naturam; color enim plerumque videtur, ubi nulla talis datur extremitas, ut in Iride, & Priſmate; in vitris vel liquoribus perſpicuis aliquo colore leviter tinctis; in aqua marina, quæ viridis apparet; qui tamen color non extremitate vitri, aquæ, liquorumve, ſed per totam eorum craſſitiem generatur. *Vidè New. Lection. Optic. part.* 2. *initio ſect. prima.*

Ad Peripateticos vero, vel potius Arabum Sectatores Scholaſticos quod ſpectat, quæ de coloribus ii tradidere, etſi vera forent, nil tamen ad propoſitum conferunt, quippe qui modum & cauſas quibus ſinguli colores generantur, ne vel hilum attingunt. Pro ſingulis rerum ſpeciebus & qualitatibus, totidem *formarum*, vel *entitatum* ſpecies proferunt; verum de particulari cujuſvis formæ vel entitatis cauſa atque ratione, ob quam ab aliis diſcriminatur haud quicquam differunt; atque adeo ea miſſa faciunt, quorum explicatio proprium videtur Phyſici officium, imo quæ ſola mentem ſcientiæ naturalis avidam explere poteſt.

Carteſius cum lucis naturam conſtituiſſet in globulorum ſecundi elementi ſeriebus a corpore lucido recta quaquaverſus impulſorum, colores inde repetit, quod iſti globuli per refractionem alium circa aliquem ſui axem acquirant motum; iſque, ut varia eſt corporis refringentis, vel reflectentis conditio, ſit quoque varius, magis ſcil. vel minus celer, circa hunc vel circa illum axem: atque adeo quemadmodum lucis natura per directum globulorum motum,

net, atque a parte antica duabus retinetur, defenditurque palpebris.

§. 944. Supra Palpebram superiorem, ad infimam frontis par-

motum, vel potius directam eorum impulsionem explicatur Cartesio, ita colores omnium generum ex eorumdem globulorum impulsione simul cum vario motu circulari, Cartesio judice, dependent. Si globuli celerius circa proprium axem, quam in rectam lineam, moveantur, rubrum colorem ab iis excitari contendit; flavum, si æquali celeritate circa seipsos & in directum ferantur; cæruleum, si celerius in lineam rectam, quam circa seipsos volvantur; eademque ratione ex varia circularis, rectique motus combinatione, intermedii colores omnes suam trahunt per Renatum originem, quemadmodum *cap.* 8. *de Meteoris num.* VI, VII, & VIII pluribus prosequitur Vir clarissimus. Verum plura sunt, quæ hanc sententiam pessumdant prorsus: celerior imprimis, vel remissior globorum motus circa proprium axem, ceteraque Renati pro coloribus assumpta, finguntur tantum, nulla solida ratione, experimentis nullis innixa; adeoque in vera Physica, quæ scilicet veras naturalium effectuum causas expiscatur, nullum locum obtinere possunt. 2. Id præterea omnem rationem prætergreditur, quod quandoque globuli secundi elementi circa suos axes tanta pernicitate moveri ponantur, ut rectam luminis emissionem, quæ momentanea illi est, longe superet. 3. Illud tandem in hac sententia explicari omnino nequit, qui nempe fiat, ut tam diversos circularis motus gradus lucis radii obtineant per vitreum prisma trajecti, ut omnes pene colorum species in albo obice exhibeant, etsi ad primam prismatis superficiem æqualiter omnes incidant: multoque minus intelligitur, qui iidem radii per primum prisma refracti, & diversos jam referentes colores, singillatim deinceps alio prismate excepti, varios etiam colores, ut ante, non repræsentent, sed quisque suum constantissime retineat.

Petrus Gassendus, Boylius, Fabri, Borow, aliique Neotericorum Philosophorum plures in eadem de colorum natura sententia consentire videntur; quod videlicet ab ipsa luce hoc aut illo modo a corporum superficiebus modificata, majori minorique umbrarum copia intermixta, dependeant. Nulla quippe datur corporum superficies adeo exquisite polita, quæ quoad subtilem saltem illius contexturam particulis eminentibus ubique non sit asperata, quarum figuræ valde inter se sint differentes, & facieculas habeant ad diversas partes respicientes: hinc fit, ut non omnes radii quotquot ad superficiem aliquam appellunt, ad oculum reflectantur, sed aliis alio digredientibus, ii tantum ad oculum repercutiantur, qui in illis facieculis incidunt, ex quibus ad oculum venientes angulum reflexionis, incidentiæ angulo æqualem faciunt; quamobrem a corporum superficiebus ad oculos non perveniunt radii, nisi nimium rarefacti, & umbellulis quibusdam permixti. In refractione item non omnes radii pellucidum corpus penetrant, sed qui tantum in rectos eorum poros, veluti in tubulos incidunt; atque adeo qui inde ad oculos transmittuntur, rarefacti nimium sunt, umbellulisque intermixti. Ex ipsa vero luce variis modis densata, vel rarefacta umbris, ad oculos appulsa, colores omnes o[illegible]ginem suam trahere laudatis Auctoribus ponuntur. At receptissimæ huic ante Newtonum sententiæ sequentia momenta opponimus. 1. Cum radii, qui refrangibilitate differunt, prismate fuerint separati, ut suum quisque colo-

partem, ponitur Supercilium; compositum ex plurimis, arcuatis, brevibus pilis, densissimis ad canthum majorem; rarioribus ad minorem; a cantho majori ad minorem decurrentibus, vix unquam deciduis, conicis, intus aliquousque cavis, medullæ plenis. Supercilium elevatur, de-

D 2 pri-

colorem referat, si singillatim altero prismate excipiantur, perque id vel refracti transeant, vel etiam reflectantur, idem semper & immutatus singulorum perseverat color, qui ante: verum mutari is deberet, si colores nil aliud essent quam variæ luminis modificationes a refractionibus, vel reflexionibus natæ; cur enim ea modificationum varietas per primum, non vero per secundum prisma induceretur? 2. Solis radius in tenebricosum cubiculum per exiguum foramen F (*Vid. fig. 6. Tab. Addit.*) immittatur, isque per prisma A B C primum transiens, & separatus, deinde per lentem PT aliquanto latiorem, tandem ad lentis focum O convergat. Si hic charta ad perpendiculum lumini fuerit objecta, ut in situ DE, colores universi ad eam in O incidentes albi apparebunt. At si charta circa axem suum prismati parallelum convertatur, ut ad lumen valde fiat obliqua, quemadmodum in positionibus *ed*, *εδ*, jam idem lumen in uno casu flavum atque rubrum, in altero vero cæruleum videbitur. Hic sane una eademque luminis pars, in uno eodemque loco pro variis chartæ inclinationibus modo alba, modo flava aut rubra, modo demum cærulea apparet, dum interea chartæ superficies, luminis, & umbræ confinium, prismatis refractiones eadem semper manent (*Videsis Newtoni Optic. prop.* 1. *part.* 2. *l.* 1.]

Novam colorum theoriam excogitavit Cl. Mallebranchius, in monumentis Regiæ Parif. Acad. A. 1699. fusius deductam, eamque plurium Neotericorum calculo probatam. Putat videlicet lucidum corpus concitatissimo suarum particularum motu materiam subtilem sibi circumfusam crebris vibrationibus impellere, eaque magna vi elastica pollente undulatorium motum ad instans temporis ad oculos usque transmitti, indeque lucis sensum excitari, quemadmodum aer vibrationes a sonoro corpore excitatas ad aurium sensoria referens, sonorum sensus procreat. Sicut vero si unius chordæ vibrationes alterius vibrationibus fuerint æquediuturnæ, idem ab utraque excitatur tonus, etsi magis strepens vel fortior fit ejus chordæ latiores vibrationes reddentis; ita quoque si ejus materiæ, quæ lucem excitat, æquediuturnæ fuerint vibrationes, eadem semper procreabitur lux, etsi vividior in latioribus vibrationibus. Quemadmodum etiam chordarum non æquediuturnas vibrationes reddentium diversi sunt toni, ita si unius corporis lucidi vibrationes breviori absolvantur tempore præ alterius vibrationibus, diversæ lucis species tum excitabuntur, seu diversi colores. Hinc vero corporum proficiscuntur varii colores, quod cum superficies habeant varia ratione contextas, non uno omnes modo lucem regerunt, sed nunc latiores, nunc minus latas, modo frequentiores, modo minus frequentes vibrationes reddentem; ab his vero vibrationum diversis speciebus omnem colorum varietatem Cl. Vir mutuatur. At omissis ceteris, id unum explicatum vellem, cur scil. radijs per primum prisma in colores separatis, eorum præterea nullus novi prismatis refractione in alios item colores dispesci valeat? Cur tot vibrationum species lucis radiis a primo prismate inducantur, ut inde ea colorum varietas oriatur; iisdem vero paribus, nulla vibrationum diversitas singulis separatis radiis per novum prisma accedat.

primitur, adducitur ad nasum, explicatur, corrugatur a fibris mascularibus frontalibus (*a*), tum ab iis, qui pinnas nasi elevant. Irretiuntur in his pilis pulveres, sordes, sudor; quæ a fronte delabentia, in oculos ceteroquin inciderent, visumque turbarent: depressi quoque pili lucem a parte superiori copiosiorem allapsam aliquantum sistunt.

§. 945. Palpebræ sunt bina oculi anteriora munimenta membranacea, quorum unum superius, alterum inferius est: uti ad se accedendo, oculum claudunt, ita recedendo eum detegunt. Sunt exiguæ crassitiei, ut quodammodo pelluceant, nihilominus constant ex Epidermide, Cute, Membrana cellulosa, Musculo, & Membrana politissima interiori, admodum vasculosa, pertusaque plurimis osculis ductuum excretoriorum, ex glandulis originem ducentibus. Limbi palpebrarum cartilaginei, glaberrimi sunt, perforati ductibus (*b*), ceraceam materiam exstillantibus, ne ab Aere exsiccentur, nec lacrymæ transcendant, nec palpebræ concrescant. Palpebra superior elevatur a musculo attollente (*c*), deprimitur a deprimente. Inferior quoque palpebra donatur musculo attollente (*d*), & deprimente (*e*). Impediunt non modo palpebræ, ne oculos ab externis injuriis lædatur, sed quoque sua apertura Lucis copiam moderantur, ne hæc tenerrimam destruat retinam, cum objecta admodum illuminata videmus: insuper perpetuo sordes, cum nictitamus, abluunt humectantque corneam, ut pellucida maneat.

§. 946. Ad marginem extremum & externum palpebrarum datur series pilorum, qui vocantur *Cilia*, recta fere extrinsecus exstantia, in palpebra superiori incurvata sursum, deorsum in inferiori, ne lucis introitum impediant: sunt simillimæ fabricæ ac supercilia: oculum adversus externas sordes & animalia defendunt.

§. 947. Ad Canthum oculi majorem, in margine interiori utriusque palpebræ, conspicitur foraminulum, medium quasi in prominenti papilla, *Punctum Lacrymale* appellatum: utrumque est orificium canalis, nasum versus decurrentis, prope quem uterque conjunctus saccum lacrymalem format, per canalem se in naribus exonerantem (*f*). Attractione hæc puncta in se lacrymas absorbent, pari

(a) *Eust. Tab.* 41. *Fig.* 1. (b) *Bartholini Anat. Lib.* 3. *Tab.* 10. *Fig.* 5. (c) *Verheyen Tab.* 27. *Fig.* 1. & 2. (d) *Eustach. Tab.* 41. *Fig.* 1. (e) *Verheyen Tab.* 27. *Fig.* 1. (f) *Drake Antrop. Tab.* 17. *Fig.* 6.

pari modo ac Aqua attrahitur in tubos capillares cumque hic apparatus Siphoni capillari inæqualium crurum sit simi lis, lacrymæ a punctis attractæ pari modo ex crure longiori in naribus hærente effluent.

§. 948. Ad Canthum majorem *Caruncula* est *Lacrymalis*, rubra, scabra, spongiosa, inter utramque palpebram, impediens ne hic primo claudantur palpebræ, resistens lacrymis huc determinatis, ut illæ a punctis lacrymalibus facilius absorbeantur.

§. 949. *Glandula magna* posita inter Oculi bulbum & palpebram superiorem, in copiosa pinguedine, a cantho minori ad majorem exporrigitur, emittitque ductus, oblique inter pinguedinem & membranam internam palpebræ decurrentes (*a*), ex quibus perpetuo effunditur liquor, qui *Lacryma* appellatur, destinata irrigandæ, abluendæque Corneæ.

§. 950. Ex nonnullis tunicis Oculi bulbus componitur, quarum prima *Adnata*, constituit quodcunque extrinsecus in Oculo, apertis palpebris, album apparet. Est membranacea, tenuissima, nervea, candida, obducta oculo anteriori, & corneæ quantitate $\frac{1}{3}$ vel $\frac{1}{2}$ vel unius lineæ: hæc non ingreditur orbitam osseam, sed se quaquaversum explicando bulbum annectit periostio, eumque retinet, ne ex orbita excidat, inde flexa retrorsum, internam superficiem palpebræ constituit.

§. 951. Oculus undique in copiosissima pinguedine sepultus jacet, cui molliter insidet. Hac Musculi ejus perpetuo illiniuntur, lubricantur, ut promti sint ad omnes motus exercendos. Hi motus ope quatuor Musculorum Rectorum, & duorum obliquorum peraguntur, optime descriptorum ab Eustachio (*b*), & Winslovio (*c*), & oculum secundum quamcunque directionem moventium, immo & ex orbita aliquantum extrahentium, nervos a pari Motorio, Pathetico, Quinto & Sexto pari, & ab Intercostali recipientium (*d*).

§. 952. Bulbus oculi globus foret perfectus, nisi a parte anteriori, ubi cornea est, plus protuberaret, & a parte posteriori adhæreret Nervo optico. Adulti hominis oculus a Cornea ad nervum Opticum est longitudine 11 $\frac{1}{3}$ linearum poll. Paris.

D 3 §. 953.

(a) *Verheyen Tab.* 27. *Fig.* 1. & 2. (b) *Tab.* 29. *Fig.* 2. 3. 4. 5. (c) *L. Hist. de l'Acad. Roy. A.* 1721. (d) *L. Hist. de l'Acad. Roy. A.* 1726

§. 953. Extima membrana, toto bulbo oculi obducta, oritur a dura matre in Cerebro, quæ nervum Opticum, per foramen in orbitam osseam intrantem, involvit: ad oculum perveniens in sphæram explicatur: cum ad anteriora perrexit, gracilescit, flexibilior fit, minus coriacea, pellucet, magisque protuberat. Quamdiu opaca est, vocatur *Tunica Sclerotica*; ubi pellucet anterius, *Cornea*. Componitur ex plurimis lamellis sibi impositis. Est Sclerotica minus crassa sub Musculis rectis, quam in reliqua oculi parte. Cornea est segmentum sphæræ, cujus diameter est plerumque 7, vel $7\frac{1}{4}$, vel $7\frac{1}{2}$ linearum: ejus chorda est vel 5, $5\frac{1}{4}$ 5, $\frac{1}{2}$ linearum: crassities membranæ est plerumque $\frac{2}{12}$ vel $\frac{3}{12}$ lineæ (a), notante Cl. Petito: pertusa est ab externa parte vasculis humorem fundentibus, secundum Stenonem, & Winslovium; ex his in agonizantibus relaxatis sphincteribus liquor viscidus crassus effluit.

§. 954. Sub priori jacet secunda membrana, orta in cerebro a Pia matre, nervum cingens Opticum, & deinde oculi bulbum; duplex est, extima contigua Scleroticæ usque ad Corneam, ubi eam deserens, in planam membranam abit, quæ quamdiu adhæret Scleroticæ, appellatur *Choroeides* vel *Uvea*, ubi a Cornea distat, vocatur *Iris*. Interior membrana est *Ruyschiana*, quæ prope Iridem introrsum reflexa, obducit humorem Vitreum, & Crystallinum. Iris perfecte rotunda est rotundo foramine pertusa, quod vocatur *Pupilla*, hæc non accurate est in media Iride, sed propior Naso. Est Iris tincta variis coloribus, componiturque ex fibris Muscularibus, ab ambitu externo ad centrum tendentibus, & in limbo orbiculari terminatis. Limbus hic instruitur quoque fibris muscularibus instar sphincteris, figuram pupillæ determinantibus: hæ cum prioribus, & insuper membranis exilibus pellucidis connectuntur: Musculi longitudinales pupillam dilatant, quam orbiculares coarctant, adeo ut pupilla videatur dilatabilis, imprimis in infantibus, minus in senibus; quod factum, ut plurimum lucis, ab objectis emissæ, accipere-mus, aut ne a nimia luce excæcaremur; adeoque moderamur

(a) *L'Hist. de l'Acad. Roy. A.* 1728.

mur aperturam, prout id distincta visio postulat. Est pupilla instar canalis conici truncati, cujus basis spectat interiora oculi, ab hac enim parte fere triplo amplior est parte exteriori, ut plus lucis per eam transmitti ad Crystallinam Lentem posset. In vasculis Iridis præparatur liquor, in cameram anteriorem Oculi effundendus.

§. 955. Tunica Ruyschiana, humori vitreo obducta, fibrillis instruitur muscularibus, quæ vocantur *Processus Ciliares*, quorum fixum principium est undequaque in Uvea, suntque arcuati, quia anteriori parte humor vitreus protuberat: instar radiorum huic insident, Crystallinum versus decurrentes; sunt quidem hæ fibrillæ rariores, quam in Iride, verum crassiores. Iridis postica pars, ut & Processus Ciliares, aterrimo illiti sunt pigmento, lucem obliquius in oculum ingressam, suffocante. Processus Ciliares se contrahentes, ex arcuatis fiunt magis recti, comprimunt humorem vitreum, quem ad posteriorem oculi partem pellunt, inde ob resistentiam pellitur antrorsus, medium versus, Lentemque crystallinam antrorsum movet.

§. 956. Ut ingressus Nervi Optici in Oculum intelligatur, finge Oculum intueri objectum, in pari ab horizonte secum altitudine directe sibi obversum: tum planum horizontale transire per medium Iridis; & planum perpendiculare ad horizontem quoque per medium Iridis: Nervus Opticus posticam bulbi partem ingreditur paulum infra planum horizontale, & in loco fere intermedio admodum oblique: idcirco axis opticus, qui est linea perpendicularis in Corneam, transiens per centrum oculi, non cadit in Nervum Opticum, sed inter eum & partem oculi exteriorem. Nervus Opticus oculum ingressus, expanditur sub humore vitreo quaquaversum sphærice, adhærendo tunicæ Ruyschianæ, acquiritque formam tenuissimæ membranæ, villosæ, excurrentis usque ad recessionem tunicæ Ruyschianæ ab Uvea. Vocatur Nervi expansio *Retina*, quæ tenuissima est, mollis, tenerrimi instar muci. Est Nervus Opticus, notante Eustachio (*a*), & Ruyschio (*b*), in medio perforatus, veluti Malpighius in pisce Imperatore quoque observavit. Ubi incipit explicari, Arterias majores & vasa Lymphatica possidet. Est Nervus Opticus albi coloris, velut Cerebrum, cujus est propago:

(a) *Tab.* 40. *Fig.* 1. 2. 3.
(b) *In Epist. Tab.* 5. *Fig.* 4.

Retina tamen non adeo candida observatur, quia immergitur muco aterrimo, ad superficiem tunicæ Ruyschianæ hærenti: hinc est hæc membrana penitus nigra in Infantibus, minus nigrescit circa annum vigesimum, grysei coloris est circa annum trigesimum, & in summa senectute fere albescit.

Sunt hæc involucra Oculi; nunc ad intus contenta pergamus.

§. 957. Inter Corneam & Iridem cavitas est, quæ *Camera anterior* vocatur: inter Iridem & Lentem Crystallinam altera est cavitas, *Camera posterior* dicta, communicans ope pupillæ cum priori. Camera anterior est maxima, posterior minima. Anterior secundum Cl. Petitum (*a*) est linearum Cubicarum 11, 542. posterior 7, 554. Capacitas ambarum ultra 19 lineas Cubicas, quæ capere possunt grana 4, 08. humoris Aquei. Est distantia inter superficiem corneæ internam & Lentem Crystallinam $1\frac{1}{4}$ lin: addita crassitie Corneæ, distat superficies externa a Lente $1\frac{5}{12}$ lineæ. Altitudo cameræ anterioris, sive distantia a Cornea ad Iridem, plerumque est $\frac{2}{3}$ vel 1 lineæ. Altitudo Cameræ posterioris $\frac{1}{6}$ vel $\frac{1}{8}$ lin: Implentur ambæ Cameræ eodem liquore, qui vocatur *Aqueus*, estque tenuis, pellucidissimus, subsalsus, inodorus; perpetuo renovatus & resorptus; minus tenuis & pellucidus est in senibus, lucem, ut aqua vulgaris, refringit.

§. 958. Sequitur *Lens Crystallina*, ita posita in medio Oculo, ut axis pupillæ cum ejus axe jaceat in eadem recta: si longitudinem Oculi consideres, non hæret in medio, sed propius Corneæ. Est corpusculum mediocriter firmum, in ambitu rotundum, utrimque sphæricum convexum, Lentis Microscopicæ instar: Anterior superficies minus convexa est posteriori: illa est portio sphæræ, in plurimis oculis diversæ, cujus diameter est a 6 ad 12 lineas, frequentissime $7\frac{1}{4}$ vel 8 linearum: posterior superficies est segmentum sphæræ, cujus diameter est 5 linearum, raro

(a) *L'Hist. de l'Acad. Roy. A.* 1728.

taro 5 $\frac{1}{2}$. Chorda lentis plerumque est 4 vel 4 $\frac{1}{2}$ linearum, craſſities 2 linearum. Ex plurimis lamellis, vaſculoſis, ſphæricis, arctiſſime unitis componitur Lens, hæc admodum pellucet: uſque ad ætatem 20 aut 30 annorum eſt abſque colore, a quo tempore incipit tingi leviter colore flavo, qui ſucceſſu temporis intenditur, donec anno 80 inſtar ſuccini flaveſcat. Durities etiam mutatur, mollior enim eſt uſque ad annum 25, indureſcit uſque ad 60 annum; mollior eſt ab exterioribus ſuperficiebus, durior in medio: ætate etiam ejus convexitas minuitur. Lens incluſa eſt capſulæ membranaceæ, quæ a parte poſtica cum membrana coercente humorem vitreum, concreſcit: concretio hæc uſque ad limbum circularem extremum pergit. Capſula hæc ab anteriori parte formatur a tunica Arachnoidea, oriunda ab uvea. Dicitur hærere Lens ab omni parte ſoluta in hac capſula, cui infunditur humor viſcidus, Lentem irrigans & nutriens (a), niſi forte tenuiſſima vaſcula ex capſula in eam tranſierint, veluti injectiones artificioſæ Hovii, aliorumque Anatomicorum probare videntur. Hæc lens lucem amplius, quam aqua refringit; cum enim aqua lucem ſub angulo 16° 50' refringebat, in Lente bovina angulus formabatur 24° 10' notante Hauksbejo. Robinſonus hujus pondus ſpecificum ad Aquam, uti 10 ad 9 deprehendit.

§. 959. Lens ſua parte poſteriori inſidit *Humori Vitreo*, quæ eſt maſſa Humore Aqueo denſior, Cryſtallino mollior, pellucidiſſima, flexilis, implens partem oculi poſteriorem, Lentem & Humorem Aqueum ſua copia ſuperans: anterius coercetur a Choroide, & proceſſibus ciliaribus: plurimorum vaſculorum, ſuis membranis inhærentium, compages eſſe videtur. Hauksbejus vim hujus refringentem eandem ut in aqua obſervavit, & pondus ſpecificum cum aqua fere convenire notavit Robinſonus (b).

§. 960. Nervi Optici a ſumma regione ſubſtantiæ medullaris Cerebri, ſub corporibus ſtriatis, oriuntur, inde tendunt deorſum, & ſub infundibulo accurate uniuntur; tumque lamellæ, oriundæ a latere dextro Cerebri, tranſeunt inter alias, quarum origo a latere ſiniſtro Cerebri, atque cum his conjunctæ nervum formant, tendentem ad oculum ſiniſtrum: ita quoque ex parte ſiniſtra Cerebri ortæ tran-

(a) *L'Hiſt. de l'Acad. Roy. A.* 1730. (b) *Helsham Lectures*.

transfeunt ad nervum dextrum, atque permiſtæ cum hujus fibrillis tendunt ad Oculum dextrum: dein ambo nervi a ſe ſecedunt, ingrediuntur foramina, quæ fundo orbitarum ſunt inſculpta, perveniunt ad oculi bulbum, in quo explicantur, conſtituentes Retinam.

CAP. XXXIII.

De Lucis tranſitu per Oculi humores, & de Viſione.

§. 961. RAdii Lucis ex quocunque puncto objecti lucentis vel illuminati emiſſi, atque illapſi in album oculi, repercutiuntur, nec in oculum ſe penetrant. Qui autem in Corneam incidunt, hoc modo pergunt. Sit objectum ABC, (*Tab.* 5. *Fig.* 1.) a puncto B radii B*d*, BF, BD, BE, B*a*, egrediuntur, quorum BD, illapſus perpendiculariter in Corneam ſphærico convexam, pellucidam, recta ad H per humorem aqueum abſque refractione tranſit: BE oblique in Corneam illapſus, refringitur accedendo ad perpendiculum P*p*, ſecundum proportionem radiorum ex Aere in Aquam incidentium & refractorum, §. 878. & per humorem aqueum, ac pupillam uſque ad G tranſit: pari modo radius BF tranſit ad I. In hac refractione radii redduntur minus divergentes, quo fit, ut plures per pupillam tranſmitti queant. B*a* & B*d* a cornea refracti incidunt in Iridem, a qua repercutiuntur, exeuntque ex oculo: talium ope alterius oculi Iridem, ejuſque colores conſpicimus.

§. 962. Quia pupilla anguſta eſt, per eam radii multum divergentes non tranſibunt; quod factum, quia hi, etiamſi refracti, cum aliis in puncto ſupra retinam non concurriſſent.

Eadem quoque in radiis a punctis objecti C & A, ac a quibuslibet intermediis, emiſſis locum habent.

§. 963. Si objectum, ΠΣ, (*Tab.* 5. *Fig.* 1.) ſit oculo proximum, radii ejus admodum obliqui, poſtquam per pupillam tranſiverunt, uti ΠK & Σ*m*, incidunt in aterrimum pigmentum, inter Iridem & vitreum ad K & *m*, a quo ſuffocantur; ne, ſi per humorem vitreum ſupra retinam tranſirent, viſum turbarent, cum nequaquam ſupra retinam coire in puncto poſſent.

§. 964.

§. 964. Quo cornea eſt planior, eo radii in eam illapſi minus refringuntur, minus proinde ad pupillam diriguntur, paucioreſque tranſeunt: qui tranſeunt, poſtea a reliquis humoribus oculi minus cogi poſſunt in puncta diſtincta ſupra retinam. In ſenibus oculi marceſcunt, planiores fiunt; unde liquet, cur hi nec adeo clare, nec tam diſtincte objecta videant. Contra, quo Cornea eſt gibboſior, eo radii ab ipſa plus refringuntur, plures tranſibunt; ita eſt plerumque Cornea Myopum, qui proinde clarius vident objecta, ſed tantum propinqua, quorum radii valde divergentes, multum ſunt refringendi, ut ſupra retinam coire poſſint.

§. 965. Quo pupilla eſt amplior, eo plures magiſque divergentes radii ab uno puncto emiſſi tranſibunt; quo anguſtior, eo pauciores hæc radios tranſmittet: dilatari vero & coarctari pupilla ope muſculorum Iridis poteſt; idque requirebatur, quia, ut objecta clare & diſtincte videamus, deſideratur lucis determinata copia, quæ nec retinam nimis, nec levius commoveat: proinde, contrahendo, vel ampliando pupillam, lucis copiam moderamur.

§. 966. Radii non multum oblique per pupillam tranſmiſſi, incidunt in Lentem Cryſtallinam, denſiorem humore Aqueo. Quamvis radius DH (*Tab.* 5. *Fig.* 1.) in eam recta inciderit, atque ita abſque refractione tranſeat, alii tamen radii oblique illapſi refringentur, accedendo ad perpendiculum, ſecundum proportionem radiorum ex Aqua in vitrum ingredientium; qua refractione radii iterum minus quam ante divergent, vel fient paralleli, aut convergentes, veluti EG tendit ad GL, & FI ad IN.

§. 967. Quo ſuperficies anterior GHI lentis eſt gibboſior, quo lens ſolidior, eo radii magis ab ipſa refringentur: Quo hæc ſuperficies lentis fuerit planior, aut ipſa lens rarior, eo minor fiet refractio. Videntur Myopes donati lente admodum refringente, ideo enim tantum objecta propinqua oculo, e quibus radii valde divergentes exeunt, ab iis conſpici poſſunt. Contra ſenes plerique tantum vident objecta remotiora, e quibus radii paralleli emittuntur, parum refringendi, ad quod lens planior requiritur; ſolidior enim ſemper hæc eſt in ſenibus.

§. 968. Ita radii ad Humorem vitreum, Lente Cryſtallina parum rariorem, pervenerunt: Radius HM (*Tab.* 5. *Fig.* 1.) perpendicularis ad punctum M, abſque refractione

in

in MO transit. Hic in toto decursu suo per tres oculi humores nullibi refractus *Axis Opticus* vocari solet: sed GL oblique exiturus ex Lentis superficie, refringitur recedendo a perpendiculari L T, fertúrque via LO: pari modo IN pergit in NO. Adeoque radii hac refractione magis convergentes redduntur, & quo posterior Lentis superficies fuerit gibbosior, eo radii plus refracti, etiam plus convergent: quo planior superficies Lentis, eo minus convergent. Hoc modo lucis radii, qui ab aliquo objecti puncto B emissi erant, iterum in puncto O supra Oculi retinam coeunt: nec aliter radii ab objecti punctis A & C repercussi, in punctis retinæ X & Y coibunt.

§. 969. Proinde supra retinam objecti A B C (*Tab.* 5. *Fig.* 1.) imago in XOY, inverse pingetur; eodem modo ac in camera obscura, exiguo donata foramine, Lentem convexam capiente, supra tabulam objectorum externorum imagines pinguntur (1).

§. 970.

---

(1) Liquet ergo expositarum trium refractionum per oculi humores usum non alium esse, quam ut omnes radii, coni instar, ab illuminato objecti puncto corneam subeuntes, magis magisque ad se accedant, ac tandem in oculi fundo coeant, idem omnes retinæ punctum ferientes. Quod cum de singulis illuminati objecti punctis obtineat, hoc visionis principium statui jure poterit: *Unumquodque corporis illuminati punctum, unum fere oculi fundi punctum afficere*; & contra: *unumquodque oculi fundi punctum omnes fere radios ex uno objecti puncto profectos excipere*. Id cum accurate fit, perfecta & clara erit visio; tum enim illius objecti imago accurate in oculi fundo depingitur, qua sola anima ad ejusdem objecti sensum excitatur: infirma contra & obscura est visio, si radii in ipso vitreo humore cojerint, atque inde decussati ad retinam accesserint; vel si in eam impingant nondum juncti, jungendi vero ultra oculi fundum, si producerentur; ita enim idem objecti punctum pluribus retinæ punctis respondet, atque adeo confusa admodum ejus fit imago. Adductum Auctori exemplum de camera obscura idem mire confirmat; certa quippe esse debet distantia lentis ab opposita tabula, ut externorum objectorum imagines accurate in ea valeant depingi; ea nempe distantia, quæ lentis a suo foco intervallum æquet, quam ultra citraque confusa semper deprehendetur imago.

Est vero retina mollis admodum & pellucida substantia, in qua proinde visi objecti imago non sistitur, sed coroidem duriusculam & opacam membranam appellere illam oportet: hinc præclaris Philosophis valde agitata est quæstio, quænam harum membranarum præcipuum sit visus organum & sensorium: quod enim communiter Veteres, Halazeno & Vitellione exceptis, præcipuum visus organum in humore crystallino, humoremque vitreum veluti bracteam imaginem rei objectæ terminantem, constituerint, id tam a vero abludit, quam quod maxime. At id in hac quæstione firmum ratumque esse debet, nec coroidem

§. 970. Fibrillæ nerveæ Retinæ a radiis concutiuntur: qui motus, sive continuatus, sive ope Spirituum Animalium, ad extremitatem nervorum alteram in cerebro, ubi Sensorium commune, defertur (1). Hoc motu cum Mente communicato, objectorum externorum ideæ excitantur: id *Videre* est.

§. 971. Objectorum externorum imago distincte supra retinæ exiguam portionem, circa axem opticum pingitur; sed confuse in locis ab hoc axe remotioribus: ideo parvam objecti portionem tantummodo uno intuitu distincte videre possumus, dum reliquam confuse & obscure cernimus.

§. 972.

---

roidem scil. sine retina ad visionem satis esse, nec retinam solam ad claram sensibilemque rei objectæ imaginem sufficere, utraque ad id opus esse; ut nec bractea sola, aut stamnum quo solet posterius obduci speculum, objectæ rei imaginem exprimit; & deficiente bractea, aut stamno, nec eadem sensibilis fit per solum vitrum imago. Nihilominus cum retinæ substantia sit ipsius nervi Optici pars medullaris ad cerebrum usque & commune sensorium producta, ejusdemque sit cum cerebro naturæ; coroides vero simplex sit ejus integumentum a pia meninge productum, similius vero est ad sensum magis præ coroide pertinere retinam, ipsamque adeo potissimum visus sensorium appellari posse.

(1) Non enim, ut vulgo creditur, oculus est qui videt, aut manus quæ tangit, quasi vid. in ipso oculo, vel manu visus vel tactus sensus perficeretur: cui enim bono facti a natura essent nervi optici, aut qui a manu aliave corporis parte ad cerebrum usque producerentur? Horum sane nervorum medio, qui in externis sensuum organis motus excitantur, ad cerebrum usque deducuntur, ac tum modo externorum objectorum sensus animam percellit. Hinc si circumductis funiculis brachium valide constringatur, nullus in partibus infra ligaturam positis excitatur sensus, nec earum medio dura sint vel mollia, aspera vel lævigata, quæ tanguntur corpora, deprehendi potest; quod scilicet excitatus iis in partibus motus ad cerebrum usque non deferatur. Similiter, disrupta spina dorsi, homo iis in partibus corporis, quæ filamenta nervorum continent ab inferioris spinalis medullæ abscissa parte erumpentia, nil tactu sentit; quod scil. excitatus in iisdem ab externis objectis motus ad cerebrum usque nequeat transferri. Liquet igitur cerebrum esse veluti interiorem ac communem sensum, cum in eo omnes externarum rerum impressiones tandem excipiantur & desinant, esseque adeo præcipuam animi sedem; sensus vero exteriores esse quasdam veluti vias ad oculos, ad aures, ad nares &c. ab ipsa animi sede perforatas. Qua autem ratione fiat ut ejusmodi motibus ad cerebrum tandem deductis, hæc vel illa perceptio in mente respondeat, nonnisi absurdis, vanisque commentis declaratum Philosophis est, quæ non sunt hujus loci; tum investigatu difficillimum id est, atque ob inadæquatas & obscuras, quas corporis & animi ideas habemus, cognitionis nostræ limites facile prætergreditur; quamobrem satius est nil prorsus de eo sentire, quam falsa, & absurda sentire.

§. 972. Si objectum in ea absit ab oculo distantia, ut radii lucis, qui e singulis objecti punctis sunt emissi, refractionibus in totidem punctis supra retinam coeant, manet Lens Crystallina in suo loco in oculo: Si autem objectum oculo propius admoveatur, radii ab eo emissi, magisque divergentes, & æque ac ante refracti, non supra retinam, sed post coirent; quamobrem ope processuum Ciliarium se contrahentium Lens removetur a retina, ut radii supra eam coeant.

§. 973. Si objectum procul abest ab oculo, radii parum divergentes in hunc illapsi, refractique æque ac ante, coirent, antequam pervenirent ad retinam, tum relaxatis processibus Ciliaribus, Lens Crystallina ad retinam accedit, ita ut supra hanc pingatur objecti imago.

§. 974. An vero Lens Crystallina, se contrahentibus processibus Ciliaribus, quibus ad Corneam adducitur, non simul fit planior, propter compressionem sacculi, in quo hæret? etiamsi propter duritiem mutationi resisteret, nihilominus mucus, ipsam obducens, a partibus anterioribus H & M (*Tab.* 5. *Fig.* 1.) versus processus Ciliares premetur, ubi cavitas in sacculo ab horum contractione formatur, atque ita idem fit, ac si Lens applanata utrimque fuisset. Si mutabilis fuerit Lens, durior, solidiorque a compressione evadet. Contra relaxatis processibus Ciliaribus, relaxabitur quoque Lens, rarior evadet, sed simul gibbosior, tam ob propriam figuram, quam ob mucum a processibus redeuntem, quod in visione usum suum habet (1).

§. 975.

(1) Ut clarius intelligantur, quæ ad memoratas §. 972., 973. 974. oculi mutationes pertinent, superius relatum de camera obscura exemplum valde opportunum est, in qua sequentia spectanda veniunt. Et imprimis, ut jam supra observatum est, tum demum in illa distincte rerum externarum depinguntur imagines, cum tabula eas excipiens præcise ibi fuerit, ubi lucis radii a singulis objecti punctis profecti, & per lentem refracti, tandem coëunt: ultra citraque hanc distantiam confusa est imago. Quin & in hac ipsa distantia imaginis extrema minus distincte conspiciuntur, quam ejusdem pars media; quod scil. cum non eadem ubique sit tabulæ a lente distantia, in illius imaginis media tantum parte, non vero extremis, præcise radii uniantur. 2 Si tabula ad lentem propius admovetur, manente priori objecti distantia, ejus imaginem contrahi ac perturbari observabitur, eandemque contra explicari, tum etiam perturbari, cum longius a lente tabula removetur. 3. Si tabula & lente certo intervallo ab invicem remotis, objecti in certa distantia positi imago distincte depingatur, tabulam ad lentem propius admoveri oportet, ut ejusdem objecti in majori distantia positi imago quoque distincta exprimatur. Tabulam con-

§. 975. Omnis mutatio, quæ in oculo contingit, sive in am-

contra a lente removeri oportet, si prior objecti distantia minor evaserit, ut distincta ejusdem fiat in tabula imago.

Quemadmodum igitur in ejusmodi machina naturalis oculi æmula omnium objectorum ad quamcumque distantiam positorum distincta haberi nequit imago, nisi variata distantia lentem inter & tabulam; ita in nostro naturali oculo omnino aliqua fieri debet mutatio, ut plurium objectorum varie ab eo distantium clara depingatur in retina imago, sicque eorundem fiat perceptio. Finge enim immutabilem oculum; ejusque partes omnes invariabiles, nonnullorum modo objectorum certo intervallo ab oculo distantium, depingerentur in retina imagines, eorumque tantum fieret sensus, quod experientiæ refragatur.

In ea vero oculi mutatione, de qua noster Auctor, a relaxatis scil. vel contractis processibus ciliaribus pendente, non modo lens crystallina ad retinam vel propius accedit, vel ab ea longius removetur, ut distinctæ objecti imagini congruum est; sed cum & integer oculus in eadem mutatione vel planior & brevior fiat, agentibus scilicet & contractis quatuor musculis rectis; vel exporrectior, intumescentibus duobus obliquis musculis; ipsam quoque tunicam corneam vel complanari & majoris sphæræ portionem evadere, vel e contrario auctiorem & minoris sphæræ partem fieri oportet; ipsumque adeo humorem aqueum modo planiorem factum, modo gibbosiorem, radios nunc minus refringere, nunc magis, & ad se invicem propiores reddere. Sed & alia hic etiam memoranda est oculi mutatio ab uveæ foramine pendens; hæc quippe cum fibris constet musculosis radiorum instar, valdeque mobilis sit & fluxilis, utpote humori aqueo innatans, pupillæ dilatationi, vel constrictioni inducendæ aptissima est, atque adeo ad ipsam retinam humori crystallino propiorem vel remotiorem reddendam etiam valet. Atque his certe oculorum mutationibus, quæ ipsa natura, nobis nec cogitantibus fiunt, id obtinetur ut in diversis distantiis collocata objecta videre possimus, idemque illis præstatur, quod in camera obscura, vel oculo artificiali tabulam lenti modo remotiorem modo propiorem efficiendo.

Verum hæc eorum oculis congruunt, qui iisdem bene valent, resque omnes cum proximas, tum remotas distincte intuentur. At occurrunt plerumque oculorum vitia quædam, quibus quominus quæque objecta distincte videri possint, præpeditur. Sunt quippe imprimis, qui res cominus positas distincte vident, eminus vero confuse, *Myopes* communiter dicti: sunt contra, qui eminus distincte, cominus vero confuse intuentur, quos *Presbyopes* vel *Presbytas* vocant. Illis ergo proximorum modo objectorum, ipsis remotorum tantum imagines distincte in retina pinguntur. Sed cum ipsa humorum substantia in utrisque clara, nulloque adfecta vitio reperiatur, utrumque id incommodum ab ipsa humorum figura potissimum mutuandum est.

Quod ut clarius innotescat, observandum myopes, ut distincte objecta paullulum remota intueantur, propius ea oculis admovere, eaque ratione lucis radios a singulis eorum punctis provenientes, magis divarigatos excipere; quod etiam consequuntur, cum ad remota objecta videnda perspicillis utuntur concavis, quibus radios divarigandi est virtus. Cum ergo nimium divergentes in myopum oculis perveniant radii necesse sit, quo distincta & clara illorum fit visio, ejusmodi esse debet in

amplificatione aut arctatione pupillæ, sive in figura lentis, sive in ejus adductione aut remotione a retina, suis limitibus, latioribus vel angustioribus in diversis oculis adstringitur, qui limites pendent partim ab oculorum fabrica, flexibilitate, annis, partim ab exercitio: idcirco omnes non æque distincte objecta sive proxima sive remotissima

in illis humorum figura, quæ radios nimis cito colligat, & antequam ad oculi fundum perveniant, ubi præcise colligi debent. Quamobrem vel humor crystallinus, quod præcipuum est refractionis instrumentum, justo globosior densiorve est; vel æquo major humoris vitrei copia, majorque adeo humoris crystallini a retina distantia; vel demum corneæ nimia convexitas, vel non justa aquei humoris densitas: his quippe de caussis, vel singillatim, vel simul agentibus, fieri potest, ut in ipso vitreo humore radii colligantur, indeque decussati, & ab invicem divergentes retinam feriant.

In Presbytis cum contrarii occurrant effectus, contrariæ esse debent caussæ: neque enim hi oculis admovent objecta, quæ distincte videre volunt, sed contra ab oculis removent; tum conspicillis utuntur convexis, quorum vis est radios colligere. Presbytas ergo oportet minus divarigatos excipere radios ad distincte videndum; atque adeo eorum oculos ejusmodi esse, qui radios nondum junctos in retina excipiant, jungendos si ulterius producerentur. Quamobrem vel eorum humor crystallinus non tam gibbosus est quam oporteret; vel non justa humoris vitrei copia, ipseque humor crystallinus nimium retinæ propinquus; vel demum ipsius corneæ exigua est convexitas: his quippe de caussis fit, ut radii per humores refracti non tam ad invicem accedant, quam necesse foret, ut præcise ad retinam jungantur.

Sed & alia occurrere possunt in oculorum organis vitia, quæ vel perfectæ visioni obsunt, vel eam e medio tollunt; eaque hic breviter recensere haud abs re fuerit. 1. Si pupilla morbosa affectione nimis patens evaserit, nec fibrarum iridis ope constringi valeat, radios interdiu vel in luce vegeta, plures quam oportet, admittit, iisdemque ad oculi fundum incidentibus, visionem interturbari necesse est. Verum advesperascente, quum tot radii dilatatam satis pupillam subire possint, quot ad visionis opus sufficiunt, videri tum externa objecta poterunt: hinc qui hoc morbo laborant νυκτάλωπες dicuntur, quod scilicet adventante nocte, melius videant, quam plena diei luce. Vice versa si pupilla nimium fuerit angusta, nec fibrarum iridis medio dilatabilis, contrarius tum orietur visionis morbus; defectu scilicet sufficientium radiorum, qui ad retinam pertingere deberent, confusæ minusque sensibiles, præsertim in tenui luce, depingentur imagines, unde confusa externorum objectorum perceptio sequitur.

2. Alterum visionis vitium est, si ligamenti ciliaris fibræ, minus quam oportet, contrahi vel produci valeant, sicque ineptæ sint ad humorem crystallinum modo globosiorem, modo planiorem reddendum; id enim ad claram distinctamque cum propinquarum, tum remotarum rerum visionem necessarium omnino esse jam vidimus.

3. Membranæ item variis modis visionem lædere possunt. Cornea imprimis nimium complanata radios ab oculi lateribus venientes versus pupillam non flectit. Choroides si nigro colore conspersa haud fuerit, radios

tissima vident; immo interdum in eodem homine ambórum oculorum mobilitas diversis limitibus adstringitur.

radios intra oculum ingredientes pluries reflectendo imaginem in oculi fundo expressam perturbat. Retina demum si extravasato sanguine, vel in ejus arteriolis stagnante lædatur, perfectæ visioni minus idonea redditur. Si aliqua filamenta vitiata habeat, illæsis reliquis, adeout haud eadem in iis fiat radiorum impressio, res objectas maculis quibusdam interspersis videbimus. Quod si tota hæc membrana obdurescat, atque radiorum impressioni recipiendæ, & ad cerebrum usque transmittendæ inepta evadat, utut nulla sensibilis in oculo appareat læsio, aut alteratio, omnimoda tum fiet cæcitas, oriturque quod *gutta serena*, vel *cataracta nigra* Medicis appellatur.

4. Humorum vitia, utpote qui potiora sunt visionis instrumenta, visionem maxime turbant, & præsertim defectus nativæ eorum pelluciditatis, aut eorundem inæqualis textura: siquidem si colore aliquo tincti sint, quæ videntur objecta, eodem colore infecta apparebunt: si inæquali, aut dispari densitate contexti fuerint, veluti si quædam particulæ ipsis interspersæ sint, vel nimis opacæ, vel nimis translucidæ, objecta vel plane obscura, vel maculis aspersa apparebunt; partes quippe nimis opacæ radios impediunt, nimium vero tenues ac translucidæ non ad eandem distantiam ac reliquæ, radios inflectunt; proindeque expressa in retina imago maculosa evadit & interrupta.

5. Si crystallinus oblique fuerit appensus, itaut visionis axis per pupillæ, aquei, ac vitrei humoris centrum ductus, per crystallini centrum non transeat, visionem tum maxime perverti ac perturbari necesse est.

6. Nonnullæ demum concretiones, aut liquationes in humoribus oriri possunt, quibus vel omni vel magna ex parte visio læditur. In aqueo quidem humore suffusiones concrescere solent, quæ si instar pelliculæ circa pupillam sunt, sive inter crystallinum & uveam, sive inter uveam & corneam, radios impediunt, quominus crystallina lente excepti ad retinam usque deducantur, quod *Cataractam* vel græce ὑπόχυμα veteres dixere. Crystallinus nonnunquam suam amittit transparentiam, ac in opacum corpus evadens transmittendis lucis radiis impar redditur; quod γλαύχωμα dictum est, a glauco scilicet colore, quo tum infici solet crystallinus.

Hic tamen animadvertendum est Neotericorum plures inter cataractam & γλαύχωμα nullum agnoscere discrimen, tum contendere cataractam haud esse pelliculam aliquam crystallinum inter & corneam subnatam, sed ipsummet crystallinum ex morbo factum opacum, atque adeo chirurgicam operationem, qua cataractæ depressio fit; non in alio consistere, quam in ipsa crystallini humoris depressione, ejus loco tum subeunte vitreo humore. Id inter ceteros potissimum propugnant Antonius Maitre-jean *Traité des Maladies d'oeil*, & Brissæus *Traité de la cataracte, & du glaucoma*, novis hac de re editis dissertationibus, curiosisque institutis experimentis. Veterem nihilominus de cataracta sententiam inter ceteros sustinere aggressi sunt Dominus Littrius, & de la-Hire F. cum pluribus argumentis, tum præsertim, quod si pro cataracta humor crystallinus deprimeretur, nullus læsi oculi futurus esset usus, ejus nempe sublato organo, quod ad visionem perficiendam omnino necessarium illis habetur; quod tamen experientiæ adversatur, qua docemur quibus cataracta sublata est, aliquem adhuc remanere oculorum sensum. Utriusque sententiæ momenta eleganter recenset, & ad κρίσιν revocat Cl. Nicolaus Cyrillus in suis

Ettmul-

§. 976. Objectorum externorum imago supra retinam inverse pingitur, superiora in retinæ partem inferiorem, inferiora in superiorem cadunt, quæ ad dextram oculi sunt, respectu axeos optici in retinæ partem sinistram cadunt, & sinistra incidunt in partem dextram: Cur vero Animus objecta in situ erecto videt? An nervi in retina explicati, in suo decursu per cerebrum invertuntur, ut, qui

---

Ettmulleri Auctariis tom 2. p.1346; tum de iisdem consule si lubet, Regiæ Scientiarum Academiæ monumenta A. 1705, 1706, 1707, 1708. Sed facile est utramque sententiam ad concordiam revocare, si nempe non inficias ibis in cataractæ operatione crystallinum plerumque deprimi, non vero pelliculam aqueo humori ingenitam; tum quoque statuas fieri posse ut in spatio inter crystallinum & corneam interposito novum corpus opacum producatur, quod lucis radios intercipiens vera sit veterum cataracta. Et sane quid obstat quominus aquei humoris particulæ vel alienarum particularum accessu, vel nova acquisita figura, situve, in opacum corpus concrescant, atque adeo lucis radiis aditum obstruant? ut enim crystallinus humor ex similibus causis vel totus, vel ex parte opacus redditur; quid ni etiam & aqueus humor, & vitreus, & quodvis aliud diaphanum corpus suam transparentiam amittere possit?

Id tamen hic observandum est, falso a Veteribus, tum Neotericis quibusdam, reputatum esse, crystallinum humorem adeo visioni peragendæ esse necessarium, ut sine illo impossibilis omnino visio evadat. Experientia quippe liquidum est plures depresso crystallino oculorum sensum non omnino amisisse, quinimmo convexi conspicilli auxilio satis commode vidisse. Quod nec a ratione abhorret: depresso siquidem, aut e medio sublato crystallino humore, superstites adhuc sunt humor aqueus, & vitreus, quibus solis, si conspicillum convexum accesserit, perfecta fieri potest visio. In ejusmodi enim oculo venientes ex objecti puncto radii, & corneæ convexa superficie excepti eodem modo a subjecto aqueo humore refranguntur, ac in oculo sano. Quoniam vero post hanc primam refractionem non crystallinum humorem, sed vitreum radii offendunt, qui crystallini locum & figuram acquisivit, ejusdem vitrei convexa superficie iidem radii excepti & ad perpendiculum refracti, magis ad se convergant necesse est. At cum hæc refractio eam æquare nequeat, quæ in crystallino humore peragebatur, ob illius majorem densitatem, & consistentiam; hinc est quod ii radii non tam convergent, quam in sano oculo; adeoque non exacte in fundo oculi unientur, sed in ulteriori puncto. Quod si ergo ante ejusmodi oculum lens convexa apponatur, ejus ope tam convergere possunt radii, ut deinde duabus aliis refractionibus magis convergentes facti, in oculi fundo demum colligantur, ibique perfectam objectæ rei imaginem exprimant. Quin tam vera hæc reputari debent, ut adfirmari etiam libere possit ex depressione crystallini visum reddi quandoque meliorem: veluti si ex nimia corneæ vel crystallini convexitate, vel ex excedenti oculi longitudine radiorum unio fiat antequam ad retinam pertingant, tum crystallini depressio ad perfectiorem reddendam visionem quicquam conferre potest; quatenus scilicet imminuta ob crystallini defectum radiorum refractione, non tam cito ii coeant, ut ante, sed in ulteriori tantum loco, ubi scilicet ipsa est retina, sicque perfecta fiat visio.

qui in oculo inferiorem partem occupant, in Senſorio communi ſuperius terminentur, & ſic de reliquis? An autem ſuperius, & inferius eſſe, eſt mere relativum ad noſtrum corpus, quod dum in ſitu erecto eſſe poſitum dicimus, reliqua objecta, quorum imago ſimiliter in oculo ac ea noſtri corporis depingitur, judicabuntur in ſitu erecto, quomodocunque pingantur (1)?

§. 977. Sint duorum Oculorum axes Optici ACE, ADG, tranſeuntes per centra Corneæ & Lentis Cryſtallinæ uſque ad Retinam in E & G, (*Tab.* 5. *Fig.* 2.) fibrillæ nerveæ ita diſpoſitæ obſervantur, ut, ſi imago objecti in utroque oculo L, K, ſupra axeos optici puncta E, G, cadat, animus modo unum videat objectum; veluti etiam fit, ſi imago objecti in oculo L, intra axim CE & naſum I cadat, atque pari intervallo ab axe Optico DG, in eodem plano imago in altero oculo K, inter axim & partem a naſo averſam K cadat.

§. 978. Fit hoc quoque, ſi objecti imago in oculo L, inter axim CE & L ejus partem a naſo averſam; atque in altero oculo K, inter axim DG, & partem naſo adjacentem ceciderit.

§. 979. Si autem ejuſdem objecti imago in utroque oculo L & K non ſimul ſupra retinæ partes memoratas ceciderit, objectum apparet duplex. Quemadmodum contingit, ſi prius objectum ambobus oculis intueamur; tumque digito alterutrum oculum ſurſum vel deorſum, dextrorſum vel ſiniſtrorſum premamus; illico enim obje-

(1) Idipſum ſequenti exemplo aliis declaratur. Cæcus ſi dextra manu corpus ad ſiniſtram poſitum per bacillum aliquod tangat, non ad dextram, ſed ad ſiniſtram partem, ubi reapſe eſt, id eſſe percipit; non alia quidem de cauſa, quam quod vis illa, quæ hunc animæ ſenſum excitat a ſiniſtro latere proveniat. Simili ratione dextra oculi parte corpus ad lævam poſitum, radiis veluti bacillis tangimus; adeoque ad lævam ipſum locatum eſſe percipimus. At vereor ne hoc exemplum ad rem ſatis eſſe videatur, quod ſcilicet præcognitus aliunde ſit cæco, vel ex ipſa manuum decuſſatione, verus corporis ſitus; quæ tamen anticipata notio in objectorum viſione non obtinet. Fortaſſe vera hujus rei cauſa ab ea lege dependet, quam inter imaginem in fundo oculi depictam, & illi reſpondentem mentis perceptionem Supremo Artifici ſtatuere placuit. Nil ſane certi cum de hac, tum de aliis pluribus ad viſionem pertinentibus quæſtionibus adfirmari tuto poteſt; quod ſcilicet etſi præcipuas oculorum partes, pluresque illarum uſus comperta habeamus, haud tamen omnium partium præclarum artificium, ſingulosque, quibus deſtinatæ ſunt, uſus, plene aſſequimur.

ctum duplex, atque in diverso loco, pro varia oculi pressione, apparebit.

§. 980. Idem quoque cognoscitur, si duo objecta A, B, (*Tab.* 5. *Fig.* 2.) a se remota ponantur; simulac oculi ambo attendunt ad objectum B, eo dirigendo axes opticos, objectum A duplex apparet, cadentibus nempe hujus imaginibus in utroque oculo ad partem axeos optici externam. Simulac autem axes optici ad objectum A diriguntur, apparet objectum B duplex, ejus ambabus imaginibus supra retinam inter axes opticos & nasum cadentibus. Pari modo sequens phænomenon explicandum est: Sint duæ candelæ, C, D, (*Tab.* 5. *Fig.* 7.) quæ a charta K perforata, tribus pedibus distent, ambo oculi sint in A & B, qui simul visuri candelas, foramen K duplex conspiciunt. Amplificato foramine K, ambæ candelæ instar unius apparebunt.

§. 981. Quare autem, cum in utroque oculo ejusdem objecti imago depingitur, mens tamen unam tantum videt? quia multiplici experientia didicimus, invocato tactu, objectum modo esse simplex: veluti ambabus manibus globum prehendendo, non duplicem eum, sed simplicem esse deteximus: sibi mutuam præstant organa Visus & Tactus operam; Tactu autem mentem docente simplex esse objectum, cujus duplex imago in oculis pingitur, mens pari modo in aliis occasionibus ab oculis ambobus affecta, simplex esse judicat objectum.

Alii opinati fuerunt nervi fibrillas OQT, PRT, (*Tab.* 5. *Fig.* 2.) coire in T in unam, quæ usque ad Sensorium commune exporrigitur; adeo ut affectis ambobus Nervis in O & P, vel in O tantum, eadem perceptio oriatur. Cadit autem hæc opinio ex observatione Du Fayi (*a*). Si enim alter oculus fuerit clausus, alter apertus, & locum tenebricosum ingrediamur, apertis ambobus simul oculis, illo, qui clausus fuit, debilem adamantis lucem, percipiemus, quæ oculo altero non videtur (1).

§. 982.

(a) *L'Hist. de l'Acad. Roy. An.* 1735.

(1) Gassendus & Tacquet alterutro tantum oculo nos objecta intueri suspicantur, altero tum nil agente, ac veluti in quiete posito; hinc simplicis non geminati objecti perceptionem deducunt. Verum cum eodem modo in utriusque oculi fundo externorum objectorum imagines depingantur, æqualiterque utriusque retina radiorum impulsu afficiatur, intelligi nullo modo potest, cur oculorum alter in objecti perceptione agat,

§. 982. Superficiei planæ, nigræ, circulus parvus, albus A, ad eandem cum dextro oculo altitudinem affigatur, dextrorsum ab A, intervallo duorum pedum, sed paulum inferius, superficiei eidem alter circulus albus B affigatur; spectator prope stans inspiciat tantum oculo dextro objectum A, obscure præterea videbit B; recedat tum ab A in perpendiculari ad superficiem, ad distantiam 6, 7, 8, pluriumve ab ea pedum, non amplius objectum B apparebit. Tum vero objecti B imago in Nervum opticum incidit, ubi oculum ingreditur; quare igitur tum non videtur objectum, si nervus hic sit instrumentum visus? an non, quia tum imago in medium nervi, qui cavus hic est, incidit, unde nequaquam fibrillarum extremitates afficiuntur?

2. Et cum vasa sanguinea per medium nervi decurrentia hic bulbum ingrediuntur, an imago objecti B, delapsa supra ejusmodi vas sanguineum, percipi a mente non quidem poterit, cum non arteria, sed nervus, sit Instrumentum, quod motum ad Sensorium commune defert? De hisce Mariottus, Perraltus, Pecquetus, prolixe disputarunt, quibus subtiliora addidit Bernovillius (*a*).

§. 983. Ex iis, quæ huc usque explicuimus, manifesto sequitur, radios lucis non ex oculis in objecta emanare, atque reflexos ab iis ad oculos redire, veluti affirmarunt Stoici; nam in loco penitus obscuro nihil videmus, in quibus tamen, si ex oculis lux emanaret, pari modo objecta viderentur. Id quidem de Tiberio memorat Plinius (*b*), de Mario Plutarchus, & de calidæ indolis Britanno Briggius (*c*), ac post vini generosi potum Willisius; in quadam Comite Schenkius (*d*): adseritur etiam de Sabellico, Historiographo; sed dubitamus, utrum

E 3 obser-

(a) *Comm. Acad. Petropol. vol.* 1. *p.* 314. (b) *Histor. Nat. L.* 11. *cap.* 37. (c) *Ophthalmogr. c.* 5. *S.* 12. (d) *Lib.* 1. *Obs. de Morb. Oculor.*

agat, excitatumque motum ad commune sensorium referat, altero tum quiescente.

Ejusdem phænomeni causa ex eo quibusdam deducitur, quod cum objectum aliquod spectamus, ita versus illud oculos dirigimus, ut coni radiorum ex quovis objecti puncto ad unum oculum venientes, apices habeant congruentes apicibus aliorum conorum, qui ex iisdem objecti punctis ad alterum oculum appellunt: hinc enim fit, ut anima, quæ ibi refert objectum, ubi ejusmodi coni suam habent originem, simplex non geminatum objectum percipiat. Cui explicationi vel ex eo pondus accedit, quod si alteruter oculorum leviter digito comprimatur, sublato tum eorum verticum concursu in eodem objecti puncto, objectum ipsum duplicatum nobis se ostendat.

observationes rite captæ fuerint; præterquam quod tradantur esse casus oppido rari, nequaquam naturales, ex quibus nihil concludere licet. Verosimilius est, tenerrimam horum hominum retinam ab exiguo lumine affici potuisse; atque eos in subtenebrosis locis vidisse.

§. 984. Nec secundum Pythagoricos & Epicureos (a) ex objectis Species visibiles exeunt, quæ, modo ex iis emissæ, maximæ, decrescunt quo ulterius recesserint, donec eam parvitatem nactæ sunt, ut in oculos ingredi possint, quas mens perciperet. Si hoc verum foret, æque in tenebris objecta, ac in aperta luce videremus. Quæ difficultas quoque est in sententia Platonicorum, opinantium, & objecta & oculum emittere effluvia, quæ medio itinere sibi obviam irent, se amplecterentur, inde redeuntia oculum ingrederentur, eumque afficerent.

§. 985. Claritas, quacum videntur objecta, major minorve est; pendet autem a plurimis causis, quæ vel singulæ seorsum dantur, vel plures simul concurrunt. Major claritas pendet, 1. a lucis copia majori, ab objecto reflexa: quod fit 1. Si objectum fuerit propinquum, nec ab Aere lux intercipiatur; in vacuo enim remota & propinqua æque clara cernerentur (1). 2. Vel si albescat, aut colore aliquo vivaciori pictum fuerit. 3. Vel si ita objecti figura sit, ut plurimos ad oculum repercutiat radios.

2. Ab amplitudine pupillæ, & mobilitate Iridis pendet claritas; quo enim amplior pupilla, eo plures radios lucis transmittet.

3. Pendet a pelluciditate trium humorum oculi, omnem fere lucem in Corneam allapsam transmittentium.

4. Huc tenera & sana Retinæ, & totius Nervi optici conditio ab uno sui extremo ad alterum concurrit.

§. 986. Hinc patet, quare Myopes objecta clariora, quam oculi seniles videant, quia ea postulant propiora. An non idem objectum aliquandiu intuendo, id clarius videmus, quam in initio, quoniam pupillam sensim magis dilatamus?

§. 987.

(a) *Luc. lib.* IV. *Ver.* 46.

(1) Haud quidem; non enim in vacuo radii ab objectis reflexi parallelo ad invicem situ, sed ab invicem divergentes oculum subirent, atque adeo in minori distantia frequentiores confertioresque, quam in majori; in majori vero lucis copia, major est objecti claritas.

§. 987. Si quatuor conditiones §. 985. simul concurrant, objecta clarissime conspicientur. Si una vel altera causa ex his quatuor fuerit minus perfecta, objecta non tam clara apparebunt. Et prout quatuor conditiones plus a sua perfectione recesserint, eo objecta videbuntur obscuriora.

§. 988. Objecta distincte conspiciuntur, 1. cum radii ab iis emissi, postquam per tres oculi humores transiverunt, supra Retinam in uno puncto coeunt, qui ab uno puncto objecti reflexi fuerunt.

2. Præcipue distincta est visio, cum imago supra Retinam picta, respectu objecti est magna, ita ut fere omnes radii tot diversa puncta imaginis supra retinam forment, ac sunt objecti puncta, a quibus emittebantur: ideo Myopes distinctius vident, quæ vident, quam Presbyopes; tum objecta propinqua semper distinctius videmus, quam remotissima.

3. Cum objecta nec nimis, nec parcius illuminata sunt.

4. Quando cum attentione & diu idem objectum adspicimus, visus acie id ab omni parte percurrendo, & interim accomodando, tum amplitudinem pupillæ, tum humores oculi, ad radios lucis pro distincta imagine accurate refringendos.

§. 989. Radii lucis CA, BA (*Tab.* 5. *Fig.* 3.) ab extremis objecti punctis ad oculum A delati, angulum formant BAC, qui *Opticus*, vel *Visorius* appellatur.

§. 990. Hoc angulo apparentem objectorum magnitudinem metimur; idcirco, quæ sub æquali angulo optico conspiciuntur, æqualia apparent, & æquales imagines supra Retinam pingunt. Quæ sub minori angulo, minora apparent, & minores pingunt imagines. Contra, quæ sub majori angulo apparent, majores imagines pingunt supra retinam, & majora conspiciuntur (1).

(1) Ex hac propositione, quæ axiomatis instar ab Opticis assumitur, sequentia facile derivantur. 1. Si plures magnitudines reapse æquales, similiterque oculo obversæ, inæqualiter ab illo absint, inæqualis magnitudinis videbuntur, ea scil. major altera videbitur, quæ minus ab oculo distat: uti Auctori observatum est §. 993. Hinc patet cur spatia parallela coarctari videantur, arbores in ambulacris, columnæ in porticis ad se mutuo accedere, ac tandem conjungi appareant, etsi reipsa ubique æqualiter distent.

2. Si angulus opticus infinite parvus evadat, nulla tum erit ejus objecti sensibilis magnitudo: quamobrem fit, ut objecta valde a nobis remota videri amplius nequeant; & multilateræ figuræ e longinquo spectatæ appareant rotundæ, quod nempe

§. 991. Quæcunque uno obtutu videntur, intra angulum opticum rectum plerumque continentur. Radii enim X B, Z B angulum rectum forment, hi producti per Pupillam D E transire non possunt, quamvis refractione minus divergant in humore Aqueo, sed incidunt in Iridem: adeo-

---

pe eorum latera & anguli in tanta distantia sub sensibili angulo optico non videantur.

3. Subtensa A B (*Vid. fig.* 7. *Tab. Addit.*) in omnibus punctis, D, C, E &c. arcus segmenti A C B æqualis apparet, diameter vero G D ejusdem semper magnitudinis conspicietur ex quovis peripheriæ puncto. Omnes enim anguli A D B, A C B, A E B &c. sub quibus subtensa A B conspicitur ex punctis D, C, E, *per* 21. *l.* 3. *Elem.* æquales sunt. Angulus item sub quo diameter D G ex quovis circumferentiæ puncto apparet, rectus semper est *per* 31. *lib.* 3. *Elem.* Optima igitur Theatrorum figura est segmentum circuli, in quo subtensa Actoribus, arcus spectatoribus conceditur.

4. Ejusdem magnitudinis æquales partes (*Vid. fig.* 8. *Tab. Addit.*) A B, B C, C D inæquales oculo in O apparent. Ducatur enim radio O B arcus E F, sitque O A ad A D perpendicularis, adeoque triangulorum A O B, B O C, C O D, communis altitudo. Sector E O B est triangulo A O B major, seu major triangulo B O C, atque adeo ipso sectore O B F multo major. Jam vero *per* 33. *l.* 6. sector O E B est ad sectorem O B F, ut arcus E B ad arcum B F; ergo & arcus E B arcus B F major erit; adeoque & angulus E O B major angulo B O F; proindeque magnitudo A B magnitudine B C major apparebit, & hac major altera C D.

5. Si oculus infra magnitudinis F E (*Vid. fig.* 9. *Tab. Addit.*) verticem E fuerit collocatus, & per eum altiorem magnitudinem A C spectet, majorem hujus partem videbit in distantia remotiori F H, quam in viciniori F G, vel F I. Constituto enim oculo in H, recta ex H per verticem E ducta usque ad B, partem B C abscindit oculo in H spectabilem. At in G posito oculo, recta ex G per E ducta cum altiori puncto ipsius C A occurrat, scil. in D, illius minorem partem D C oculo exhibet. Constituto demum oculo in I, cum recta ex I per E ducta ipsi A C in C occurrat, tota hæc visui subripitur. Ubi vero reperiatur ejusmodi punctum I, Geometris determinandum relinquimus.

6. Æqualia objecta (*Vid. fig.* 10. *Tab. Addit.*) A B, A C, quorum alterum A B oculo D directe, alterum vero A C eidem oblique objiciatur, in eadem distantia inæqualia apparent; idque majus videbitur, quod directe oculo opponitur. Videtur enim magnitudo A G æqualis A C, cum utrisque idem sit angulus Opticus C D A, vel A G D; adeoque videtur A C parti ipsius A B æqualis, consequenter minor quam A B.

Circa apparentem demum objectorum magnitudinem observandum, quod etsi ab imagine in retina depicta plurimum illa dependeat; quandoque tamen non ejus magnitudinis videri objectum, quam pro magnitudine imaginis in retina depictæ referre deberet; quod præsertim accidit cum de objecti distantia considerat & judicat animus; tum enim mentis judicium in causa esse potest, ut objecti magnitudo major percipiatur, quam pro ratione depictæ imaginis. Unicuique ex. gr. notum est objectum eo minus apparere, quo magis distat; si ergo præcognita jam fuerit hæc major objecti distantia, apparens ejusdem magnitudo augebitur in judicio a mente lato.

adeoque, qui per pupillam transibunt radii, angulum opticum minorem recto comprehendant oportet (1).

§. 992. Quo igitur pupilla amplior est, eo angulus opticus potest esse major, & contra: Inde intelligitur, quare objectum magnum & propinquum uno obtutu conspici nequeat? Cur tamen id, e longinquo conspectum, totum videatur?

§. 993. Si idem objectum BC (*Tab.* 5. *Fig.* 5.) ad varias ab oculo O distantias ponatur, semper eo minus apparebit, quo ab oculo fuerit remotius: est enim angulus opticus BOC, minor angulo *b*O*c*.

§. 994. Apparens objectorum magnitudo est in ratione distantiæ reciproca ab oculo: pendet enim apparens magnitudo ab angulo optico, qui, increscente distantia, decrescit. Objectum BAC (*Tab.* 5. *Fig.* 5.) conspicitur sub angulo BOC, qui si sit parvus, recta CAB non differet ab arcu CAB: hic divisus bifariam in A, efficit, ut angulus AOC sit semissis BOC: ponatur jam objectum AC in *c*, dimidia distantia OC, atque apparebit E*c*, sub angulo EO*c* = BOC, sive duplo majus quam in AC.

§. 995. Sit oculus OKF, (*Tab.* 5. *Fig.* 5.) supra cujus retinam imago KF objecti BC pingitur, quamobrem erit magnitudo objecti BC ad magnitudinem imaginis FK supra retinam, uti CO ad OF. Idcirco, si BC fuerit turris, 4000 alta pollicibus, quæ ad distantiam milliaris Holl. 120000 pollicum conspicitur, erit imago KF minor $\frac{1}{30}$ pollicis parte.

§. 996. Cum objecti magni imago admodum exigua est supra retinam, plura objecti puncta radios emittunt, qui supra eandem retinæ nerveam fibrillam cadunt, quæ proin

(1) Hinc sequitur quod si objecti DF (*Vid. fig.* 11. *Tab. Addit.*) oculo A directe oppositi magnitudo dimidia DE fuerit distantiæ AE æqualis, totum objectum visu comprehendatur, nec quicquam aliud ultra ejus limites conspici possit. Cum enim AE distantiam referat objecti ab oculo, erit ea ad DF perpendicularis, adeoque angulus E rectus: ergo cum rectæ DE, ED sint ex hypothesi æquales, erit angulus DAE semirectus; & ob eandem rationem erit etiam semirectus angulus EAF; atque adeo DAF rectus. Objectum ergo unico obtutu totum comprehenditur, nec quicquam extra ejus limites videri potest. Quod si distantia AE fuerit minor dimidia magnitudine objecti DE, objectum integrum unico obtutu comprehendi haud potest; tum enim prodit angulus DAF recto major.

proin diverſis concuſſionibus ſimul & eodem tempore agitatur, ac menti nihil diſtincte repræſentare poteſt; quamobrem objecti valde remoti partes nunquam diſtincte conſpici poſſunt. Qui acerrima viſus acie pollet, in cælo ſtellas, angulum 30 ſecundis minorem ſubtendentes, diſtinguere nequit: maxima hominum pars vix objecta, angulum unius minuti ſubtendentia, diſtinguit. Si albus nigro parieti affigatur circulus, qui lumine diurno illuſtretur, vix ab acutiſſimo videri poteſt, cum angulum 40" ſubtendit, ſive cum intervallum ab oculo circuli diametrum 5156 vicibus ſuperat; tumque circuli imago in oculo eſt tantum $\frac{1}{8000}$ pollicis portio.

§. 997. Ope viſus etiam Mens de diſtantiis objectorum judicat, & quidem variis modis.

1. Ex angulo, quem ambo axes optici CA, DA (*Tab.* 5. *Fig.* 2.) concurrentes in A, formant: fit vero hic concurſus a motu oculi, nobis in exiguis diſtantiis ſenſibili; quamobrem ex magnitudine anguli CAD, de diſtantiis objectorum propinquorum aſſueſcimus judicare.

Hinc, ſi ope oculorum amborum judicare de diſtantiis aſſueti ſimus, uno oculo eas non dignoſcemus; quippe tum angulus CAD non formatur: id patet, ſi tranſverſum bacillum alteri alligaverimus, atque in eadem cum oculo altitudine, ſed ad diſtantiam duorum vel trium pedum ab eo annulus ſit ſuſpenſus, ne quidem poſt ſexcenta pericula bacillum, clauſo alterutro oculo, per annulum trajiciemus, quod ambobus apertis oculis abſque labore facimus. Longo tamen uſu monoculi diſtantias cognoſcere diſcunt. Quoniam vero in majoribus diſtantiis vix diſcrimen, ſaltem non obſervabile ab oculo, inter angulos CAD datur, de majoribus diſtantiis nequaquam certum formatur judicium.

2. Ex magnitudine apparente rerum cognitarum, comparata cum vera magnitudine, de diſtantiis judicamus.

3. Tum ex diſtincta vel confuſa apparente objectorum imagine: quo enim diſtinctior imago, eo objectum propius eſſe ſolet.

4. Tum ex vivacitate lucis ab objectis reflexæ, quæ minor a remotioribus, & contra. Quamvis hos quatuor modos ſimul in uſum vocemus, nunquam accurate veram

ram objectorum distantiam visu solo cognoscimus: diuturna tamen exercitatio, ad melius de minoribus distantiis judicandum, aliquid contribuit (1).

§. 998. Verum innumera circa visionem restant, quæ attingere in his Elementis non licet: jucundiora quædam sub Problematum forma proponam.

1. Cur

(1) Corporum distantias ex aliorum, quæ visu percurruntur, interjectu, nobis innotescere nonnulli statuunt: contendunt scilicet, quod objectum eo magis a nobis distare percipiamus, quo id inter, & oculum nostrum plurium corporum sibi succedentium seriem interpositam videmus, tum vero objectum proximum sentiamus, cum illud inter & oculum nullum visibile corpus interjacet: hinc fieri ajunt quod Sol oriens horizonti contiguus nobis videatur, & nubes in eadem cum stellis superficie. Verum qui ita distantiæ perceptionem exponi posse putant, quæstionem ipsam supponere videntur; supponunt siquidem interjectorum corporum sibi succedentium seriem nos percipere, itaut alia ex ipsis viciniorem, alia medium, alia remotissimum tenere locum cognoscamus: quod ipsissimum est, quod quæritur. Si præterea quo plura interjacent visibilia corpora oculum inter & rem visam, eo remotior ista videretur, Sol in horizonte existens remotissimus, in meridiano vero positus vicinissimus, ac prope oculum ipsum apparere deberet; inter Solem enim in horizonte positum & oculum plura corpora visibilia interjecta sunt; inter illum vero in meridiano constitutum, & eundem oculum, nullum visibile corpus est intermedium. At id omnino destruit, quod antea ponebatur, exorientem scilicet Solem horizonti contiguum videri, interjectisque corporibus finitimum; distantia enim, in qua ista corpora interjacent, exigua nobis videtur præ illa, qua a nobis cæli medium disjunctum esse cernimus.

Motus corporum perceptionem intactam hic præterit noster Auctor: de ea igitur breviter edisseram. Corporum motus tum percipi putandum est, cum eorum imago in retina depicta firma haud manens, suum in illa situm mutat. Hinc facile liquet duplici ratione nos corporum motus percipere posse, 1. cum quiescente oculo, corpora varie moveantur, mutantque inter se situm; tum siquidem eorundem imago, quæ in retina depingitur, in eadem situm mutat. Quod si spatium a corpore moto in dato tempore descriptum, ob ingentem ejusdem corporis distantiam, sub sensibili angulo non appareat, nec corporis motus tum percipietur, quod sensibiliter imaginis in retina depictæ situs non mutetur. Hinc intelligimus cur Lunæ Solisque motus non percipiamus, quamvis post aliquod temporis intervallum ea reapse mota videamus. 2. Corporum motus percipere etiam possumus, cum iis quiescentibus, oculus revera movetur, corporumque situs oculi respectu mutatur; hac enim ratione objecti imago in retina depicta ob ipsius oculi motum, situm reapse mutat. Hinc intelligimus, cur qui navi vehuntur tranquillo mari, littora, urbes, ac turres, ad se accedere, vel a se recedere videant, quemadmodum cecinit Virgilius,

Provehimur portu, terræque, urbesque recedunt.

Quod si corpora moveantur, eademque velocitate, ac directione feratur etiam oculus, corporum motus haud tum percipietur; quod vid. ob similem oculi motum, situs corporum illius respectu invariatus maneat. Hinc intelligimus, cur qui in navi vehuntur ejusdem motum non percipiant; nec in systemate Terræ motæ, illius motus a terricolis percipiatur.

1. Cur, si aliquandiu in loco valde illuminato fuimus, dein multo minus lucidum ingrediamur, omnia objecta in principio apparent obscura? imo aliquantum quasi cæcutimus? Quia in loco illuminato pupilla, ne retina a pluribus radiis lædatur, contrahitur, nihilominus vehementer afficitur. 2. Mens ad hos majores motus attendere assuescit, nec minores percipit. In hac conditione quis subobscurum ingrediatur locum, jam paucissima lux per angustam pupillam transit, & cum vix retina ab iis concutiatur, Mens assueta majoribus motibus, nihil fere percipit: hinc aliqua cæcitatis species, & omnia obscura, donec pedetentim amplificata pupilla plus lucis transeat, & mens mollioribus affectionibus assuescat.

2. An non, qui in tenebris constitutus facile videt eos, qui in aprico versantur, cum vice versa ab his non videtur? quia lucem copiosissimam ab iis reflexam recipit: paucissima vero lux, ab eo ad alios replicata multo minus retinam movet, quam alia objecta in aprico valde lucido posita, idcirco Mens ad exiguas concussiones non attendit.

3. Unde radii laterales, qui oculo conniventi, aut lacrymanti, flammæ extremis adhærere videntur? Hoc egregie explicuit de la Hirius (a) ostenso simul Rohaulti errore. Sit B (*Tab. 6. Fig. 1.*) candela, H & I palpebræ, quæ in connivendo oculi humorem abstergent, hic collectus, adhærens oculo & palpebræ, speciem Trigoni format: dum lux candelæ in hoc, & quidem in supremum, incidit, refringitur, & inter D & L explicatur supra retinam, veluti a prismate radii refracti oblongam imaginem formant: quare imagini candelæ supra retinam virga D L adhærebit, quæ ex parte inferiori candelæ, & quidem ex B M judicabitur provenire: ita quoque ab humore ad I, radii explicantur inter X & K, qui ex B N videbuntur provenire: ideo interposito obstaculo P, intercipiente radios candelæ superiores, virga D L evanescit, sive pereunt radii B M. Est autem copiosior humor ad H & I palpebra in oculo lacrymante, unde tum phænomenon sensibilius est.

4. Cur fricanti aut prementi oculum in tenebris apparent exire scintillæ? An non, quia lux fibras nerveas retinæ, cum videmus, concutere aut premere solet, cumque

(a) *Memoires Mathematiq. pag. 277.*

que ab humore vitreo pari modo, quamvis ab altera causa, nervi premuntur, Mens idem judicium formabit? si igitur fibrillæ nunc premuntur, veluti antea a nonnullis coloratis radiis, Mens eosdem colores videbit: id fit, cum in tenebris oculi angulum comprimimus, ut hic a digito recedat, quippe tum cum iis coloribus, qui sunt in cauda pavonis, circulum videmus: quiescente digito & oculo, intra minutum secundum evanescunt colores, qui pressione digiti mutata redeunt.

5. Cur fune tormentario incenso, & in orbem velociter acto, circulus mere igneus conspicitur? Quia nervorum extremitates, villi instar, prominent, quæ concussæ, aliquamdiu oscillationibus agitatæ contremiscunt, his perdurantibus Mens videt objectum. Verosimile est, eas spatio minuti secundi durare, prout ex observatione de coloribus, a pressione digiti in tenebris ortis, colligere licet. Si igitur funis adeo rapide circumagatur, ut intra minutum secundum absolvat gyrum, lux emissa ex eo in quodam circuli puncto, & nervum in oculo concitans in tremores, iterum ex eodem circuli puncto egreditur, afficietque eundem nervum, antequam prior ejus tremor penitus cessaverit: pari igitur modo nervus tremiscere pergit, ac si lucidum corpus in eodem puncto mansisset: cumque idem in omni puncto viæ a fune percursæ, contingit, circulus mere ignitus apparebit. Propter eandem rationem chorda tensa & celeriter vibrata, non modo geminata, sed ejus crassitiei & figuræ apparet, ac est via, quam eundo & redeundo describit.

6. Cur in piscium oculis humor aqueus deficit, & Lens crystallina est globosa? Quia humor aqueus animalibus in Aqua natantibus foret inutilis; radii enim ex Aqua in humorem Aqueum allapsi non refringerentur. Ut igitur Visio, quæ triplici in nobis refractione, a duplici in piscibus absolveretur, lens multo magis refringens, quam in oculis humanis desiderabatur, idcirco globosa est, quo fit, ut etiam plura simul conspiciantur. Hinc Urinatores sub Aqua omnia vident confusa, nisi amplificantibus perspicillis utantur.

7. An non idem objectum C (*Tab. 6. Fig.* 2.) oculo dextro B intuentes, referimus ad locum D, & oculo sinistro A contemplantes, ad locum E referimus, & am-

bobus

bobus oculis simul intuiti, ad locum F intermedium inter D & E referimus, quia judicamus objecta in ea recta a nobis posita, in qua ad oculos radii ab iis emissi allabuntur? & tacite Mens corrigit loca visi objecti D, E, capiendo F intermedium?

8. Quare infantes recens nati primis quatuor vel quinque septimanis nulla objecta distinguere, vel videre possunt? quod etiam in multis animalibus contingit. Quia cornea in infantibus his est multo crassior, quam in adultis; præterea planior, aliquantum rugosa, & minus splendens: sed imprimis, quia ex eorum oculis humor Aqueus abest, vel in nimis parca datur copia, quamobrem requisita lucis refractio in horum oculis, ad distincte videndum, fieri non potest; tempus proinde effluat oportet, donec humor Aqueus cameras ambas impleverit, corneam extrorsum pepulerit, eam condensaverit, rugasque explicuerit (1).

CAP.

(1) Aliæ innumeræ ejusdem argumenti quæstiones proponi hic possent, sed quæ ex dictis de visus ratione nullo negotio explicantur, de quibus videsis Rohaulti *Phys. par.* 1. *cap.* 35., ibique adjectas a Clarkio adnotationes. Alteram tamen hic adnectere placet quæstionem, quæ cum jucunditate, tum argumenti nobilitate superioribus nihil cedit. Quæritur scilicet, cur Astra, veluti Sol, Luna, prope horizontem longe majoris magnitudinis conspiciantur, quam in medio Cæli puncto, iisdem verticaliter imminentibus. Plurium sane philosophorum ingenia id torsit phænomenon: eorum plerique, ne vel nostro Auctore excepto (*Essay de Physique chap.* 33. §. 1209.) illius explicationem inde mutuantur, quod prope horizontem constituta sydera, ob plurium, quæ ibi est, aspectabilium rerum interpositionem, paulo majori spatio a nobis abesse videantur, atque adeo paulo majora apparere debeant, cum ab infantia & adhuc omnibus momentis ideam distantiæ cum magnitudinis incremento adjungere assuevimus. At quam lubricum id sit de distantiæ perceptione fundamentum paulo ante explicitum; nec proinde plurimi hæc fieri debet explicatio.

Alia ejusdem phænomeni ratio a nostro Auctore mox laudato loco refertur, quæ priore longe probabilior, nec a vero abnormis esse videtur. Uveæ scilicet foramen, seu oculi pupillam dilatari, restringique posse receptum jam communiter est: restringitur nempe cum nimis vegeta luce donata corpora spectantur, ne ingens lucis copia delicatulam retinæ membranam lædat; dilatatur vero cum nimis fulgida, & clara objecta oculis objiciuntur. Præterea syderum lux quin vegetior, potentiorque sit, iisdem supra horizontem elevatis, & præsertim ad verticem imminentibus, quam cum prope horizontem versantur nulli dubium est: Solis sane prope horizontem degentis aspectum sustinere oculus potest; eundem vero in vertice positum sine gravi molestia intueri haud possumus; quod argumento est exiguam admodum esse, Sole in horizonte posito, lucis quantitatem, præ illa, qua idem Sydus in meridiano fulget. Necesse est ergo pliorem fieri oculi pupillam,

syd

CAP. XXXIV.

Dioptrica.

§. 999. A Quocunque puncto objecti emittuntur radii, qui a se divergunt, hi ad oculum perveniunt, Mens eos in linea recta advenisse, in qua in oculum incidunt, judicat; adeoque quodlibet objecti punctum in eo loco videt, in quo hi radii retroducti ab oculo ad objectum concurrunt.

§. 1000. Si igitur radii refracti fuerint a Medio, per quod transiverunt, atque ad oculum allabuntur, Mens judicabit eos provenire a puncto objecti positi in loco, in quo nunc ab oculo retroducti radii concurrunt.

§. 1001.

---

sydera prope horizontem posita spectantur, angustiorem vero eorundem verticem occupantium intuitu. Sed major pupillæ amplitudo majoris apparentis syderum magnitudinis caussa esse potest: esto enim objectum A B, (*Vid. fig* 12. *Tab. Addit.*) pupillæ amplitudo *a b*, eritque imaginis objecti in retina depictæ magnitudo H F; quod si pupillæ major fiat capacitas, veluti *d c*, erit tum imaginis magnitudo major, nempe K G.

Sed aliam hic referre placet ejusdem phænomeni causam, quæ cum sola majorem syderum prope horizontem aspectum causari possit, multo magis id poterit, si priori jungatur. Ad ejus vero clarum intellectum sequentia sunt prænotanda. Primum est, quod si objectum aliquod convexa lente oculis admota inspiciatur, auctum illud videatur; remota vero paululum ab oculis lente, cum magis auctum, tum oculo propius id appareat; eoque semper majus, proximiusque, quo major porro fit lentis ab oculo distantia. 2. Telluri circumfusum aerem permixtis vaporibus, exhalationibusque densum, ad sphæræ formam telluri concentricam configuratum supponimus, eumque adeo radios ex tenuiori æthere in suam superficiem incidentes versus terræ centrum inflectere. 3. Spectatoris in terræ superficie constituti oculum a variis aereæ superficiei partibus varie distare clarum est; minima ejus distantia est verticalis linea a Spectatoris oculo ad ejusdem Zenith, seu verticem ducta; ceterarum vero ea major, quæ ab hac verticali magis distans ad horizontem inclinatur; horizontalis demum distantia aliarum omnium est maxima. Quid vero ex his consequatur haud difficile est prænoscere; Solem scil. in medio Cæli constitutum conspici per radios refractos in ea sphæricæ aereæ superficiei parte, quæ viciniſſima oculo est: eundem vero in horizonte positum videri per radios refractos in ejusdem aereæ sphæricæ superficiei parte, quæ longiſſime a nobis remota est: quamobrem exorientem, vel occiduum Solem veluti per lentem nos videre longiſſime ab oculo distantem; eundem vero Solem medium Cæli tenentem, per eandem lentem intueri oculis nostris maxime propinquam. Quid ergo mirum si major nobis Sol & Luna in horizonte appareant, quam medium Cæli cardinem tenentes?

§. 1001. Si vas CBCB (*Tab. 6. Fig. 3.*) fuerit impletum Aqua, ejus fundus Spectatori MR, deorsum vas intuenti, elevatus apparebit. Concipiatur enim fundi punctum A, (idem in toto fundo obtinet) idque illuminetur a luce *be* A; ab eo radii A*g*, A*z*, divergentes abeunt, qui ex Aqua in Aerem delati, refractique recedendo a perpendiculo *hf*, feruntur ad *g* M, *z* R; oculus in MR positus hos recipit, ac si ex puncto propiori *a*, venissent; quare punctum A videbitur in *a*, sive fundus videbitur elevatus (1). Verus locus puncti *a* cognoscetur, si ducta perpendiculari A*a*S in CC aquæ superficiem, capiatur AS ad *a*S, uti 4 ad 3. (2).

Idem

(1) Objecta, quæ intra aquam posita ex aere conspiciuntur, non elevatiora modo, sed & majora, quam reapse sunt, conspici debent. Sit enim AB (*Vid. fig. 13. Tab. Addit.*) objectum intra aquam, cujus extima superficies PL, sitque O oculus in aere positus. Lucis radius AP ex extremo objecti puncto A reflexus, & in superficiem PL perpendiculariter incidens irrefractus transibit ad oculum in O: at qui ex altero objecti extremo B venit radius B*L*, cum oblique in eandem superficiem incidat, a perpendiculo refrangetur in L, semitaque LO ad oculum tandem appellit. Producto itaque radio refracto OL usque ad D, videbitur objectum AB sub angulo AOD, qui major est angulo AOB, sub quo idem conspiciebatur objectum, si in libero aere positum esset: id ergo majoris magnitudinis sub aqua, quam in aere apparebit.

(2) Seu ut sinus anguli refracti M*gh* ad sinum anguli incidentiæ A*gf*; rationem enim 4 ad 3, inter eorum angulorum sinus obtinere ex §. 878. facile colligitur. At quod hic affirmatur, clarius vellem ab Auctore explicatum, præsertim cum falsum plerumque sit, nec nisi quibusdam in casibus præter propter locum habeat. Iisdem enim positis, quæ supra, erit radii A*g* angulus incidentiæ A*gf*, seu illi æqualis *g*AS; ejusdem vero radii angulus refractus erit M*gh*, seu ei æqualis *ga*S: adeoque erit sinus anguli refracti *ga*S, seu anguli *ga*A, ad sinum anguli incidentiæ *g*AS, ut *g*A ad *ag* per § 876. Sed ducta *ai* ipsi A*g* parallela, est *ag* major *ai*; igitur A*g* est ad *ag* in minori ratione, quam eadem A*g* ad *ai*, seu quam AS ad *as*; adeoque AS ad *as* est in majori ratione, quam habet sinus anguli refracti ad sinum anguli incidentiæ, seu 4 ad 3. Liquet ergo adductam Auctori praxim pro definiendo puncto *a* a vero abludere. Quod si puncta S & *g* adeo propinqua ponantur, ut contemni possit eorum distantia S*g*, tum modo obtinere poterit ea praxis; quandoquidem, ea facta hypothesi, pro æqualibus haberi poterunt AS, A*g*, & *a*S, *ag*; atque adeo tum erit AS ad *as* ut A*g* ad *ag*, seu ut sinus anguli refracti ad sinum anguli incidentiæ. Perpendicularis ex puncto radiante A in superficiem CC ducta *cathetus incidentiæ* dici consuevit: quamobrem Auctoris ratio pro puncti *a* determinatione, de iis modo radiis obtinet, qui catheto incidentiæ propinqui admodum sunt.

Quoniam vero radii ex vitro in aerem transeuntis sinus anguli refracti est ad sinum incidentiæ, ut 17 ad 11 §. 878, seu ut 3 ad 2; erit distan-

Idem erit, si fundo P vasis vacui impositus fuerit nummus, atque spectator ad S recesserit, donec nummum, propter vasis latus CB interpositum, non amplius videat; infusa Aqua spectator S nummum in f, & elevatum, ope radii refracti PCS videbit.

§. 1002. Hinc quoque intelligitur, quo pacto integer remus CDO, (*Tab.* 6. *Fig.* 4.) oblique in tenui Aqua AB fracti speciem CDN reddat: Concipiamus enim ejus punctum E sub Aqua, a quo radii EG, EK emittuntur, qui refracti, sunt GH, KP; quamobrem oculus positus in HP hos videt, ac si a puncto F venissent; quare pars remi DO, apparebit in recta DN.

distantia puncti a a refringente vitri superficie CC, distantiæ puncti radiantis A ab eadem superficie, subsesquialtera, si scilicet de iis agatur radiis, qui catheto incidentiæ propinqui sunt. Quod si remotiores radii spectentur, est ea ratio subsesquialtera minor.

Si vero e contrario radiorum progressus sit ex aere in vitrum, facile ex dictis colligetur punctum a majori intervallo, quam A ab ipsa superficie CC distare, ac esse aS ipsius AS sesquialteram, eosdem scil. radios catheto propinquos spectando. Oculo itaque in medio densiore constituto objecta in rariore posita remotiora apparere debent. Quemadmodum autem objecta e rariori medio spectata, & propiora & majora oculo videntur; ita vicissim ex densiori medio si conspiciantur objecta in rariori posita, non modo remotiora, uti jam demonstravimus, sed & minora videri debent. Sit enim AB objectum (*Vid. fig.* 14 *Tab. Addit.*) in rariori medio positum, O oculus in densiori, PL superficies variæ densitatis media dispescens. Radius AP ex extremo objecti puncto A reflexus, & in superficiem PL perpendiculariter incidens, irrefractus transibit ad oculum in O: at qui ex altero objecti extremo B ad oculum venit radius BL, cum oblique in eandem superficiem incidat, densiusque medium subeat, ad perpendiculum refrangetur in L, semitaque LO ad oculum tandem perveniet; eritque adeo angulus sub quo objectum nunc videtur DOA, qui minor est altero BOA, quo idem conspiciebatur objectum, nulla interposita refractione; proindeque minoris magnitudinis illud appareat necesse est. Verum major distantia, in qua ejusmodi objectum videtur, id magnitudinis decrementum vix sensibile reddit.

Observandum tandem tacite hic (*fig.* 3. *Tab.* 6.) supponi ab Auctore nostro refractos radios g M, zR ex eodem objecti puncto A provenientes, & catheto AS propinquos, in idem catheti punctum a retroductos coire. Id vero ut demonstretur, sint radii Ae, Ag ex eodem puncto A in planam diaphani superficiem CC incidentes, quorum puncta e, g æqualiter a catheto incidentiæ AS sint remota; dico radios refractos gM, eb retroductos in idem catheti punctum a concurrere. Cum enim eS $=$ Sg, & anguli ad S recti, erunt anguli incidentiæ eAS, gAS æquales: eandem igitur rationem ad Sa habeant necesse est distantiæ punctorum e, g a catheto, adeoque æqualibus ex hypothesi eS, gS, idem erit pro utrisque radiis punctum concursus a. Sed radiorum valde propinquorum veluti Ag, Az distantia a catheto eadem fere est; eorundem igitur idem erit concursus punctum a.

§. 1003. Si inter oculum Z, (*Tab. 6. Fig.* 5.) & objecti punctum A ponatur vitrum, cujus binæ superficies BB, CC sunt sibi parallelæ, atque oculi axis perpendicularis ad has superficies, objectum A propius vitro in *a* apparebit.

Nam radii A*g*, A*e*, ingressuri vitrum, refringuntur ad perpendiculum, delati in via *e h*, *g k*; exituri in Aerem, a perpendiculo in *b d*, *k n* recedunt, qui retroducti concurrunt in *a*, atque paralleli sunt ad A *g*, A *e* §. 900.

§. 1004. Objectum A E (*Tab. 6. Fig. 6.*) conspectum trans vitrum planum BBCC, apparet auctum.

Angulus sub quo conspiceretur, demto vitro, foret AQE: verum radius A*g* refringitur in vitro ad *g L*, & alter radius E*k* ad KL, qui ambo exituri ex vitro in Aerem, refringuntur in L Q ad Q: quare oculus hos sub angulo *a*Q*e*, recipit, idcirco objectum AE apparebit magnitudinis *ae*, si in eo loco conspiceretur: sed cum per §. 1003. propius appareat, vix amplificabitur.

§. 1005. Si vitrum polygonum ABCD (*Tab. 6. Fig.* 7.) inter objectum F, & oculum O ponatur, apparebit objectum F multiplicatum.

Ope radiorum transeuntium per BC, AD, videbitur objectum ab oculo O in recta OF. Ope radiorum FX incidentium in superficiem CD, & refractorum ad H, inde ad O, videbitur in L. Ope radiorum FZ, incidentium in BA & refractorum ad K, & inde ad O, videbitur in M. (1).

§. 1006. Imagines formatæ a refractionibus planarum superficierum sunt similes objectis, (*Tab.* 3. *Fig.* 7.) semper erectæ, similiter ac objecta positæ, & ab eadem parte jacent.

Sit PQR objectum radians in planam ACB superficiem refringentem, in quam ducantur perpendiculares PA, QC, RB; in quibus capiantur partes A*p* ad AP, C*q* ad CQ, B*r* ad BR, in ratione sinus incidentiæ ad sinum refractionis; tum foci, *p*, *q*, *r*, constituent similem imaginem, similisque cum objecto situs, cum partes *p q*,

q r

(1) Prætereundum hic non est, ojbecti speciem superficiebus CD, BA exhibitam, coloribus quibusdam tingi debere, quibus caret imago superficiei CB respondens: radii enim in CD, & BA eodem fere modo refringuntur, ac in Prismate. Quæ observatio ad verum objectum ab apparentibus secernendum inservire plurimum potest.

q r sint in eadem ratione ac P Q, Q R. Id per se manifestum est, cum objectum superficiei refringenti est parallelum: si vero ad eam sit inclinatum, producatur, donec eam secet in D, hanc imago producta etiam secabit in D; nam perpendicularis B *r* R accedat ad D, cum lineæ B *r*, B R sint ad se in data ratione, simul evanescent: & quia Triangulum *p* D P secatur lineis parallelis *q* Q, *r* R, erit uti *p q* ad P Q, sic *q* D ad Q D, sic *q r* ad Q R, & ideo *p q*, *q r*:: P Q, Q R. Simili modo si radii pertinentes ad focos *p*, *q*, *r*, ab alia plana superficie, sive parallela sive inclinata, refringantur, foci eorum secundi alteram efficient imaginem, similem priori, similemque objecto.

§. 1007. Si inter punctum objecti A (*Tab.* 6. *Fig.* 8.) & oculum O ponatur Lens vitrea utrimque convexa, apparebit punctum A in *a*, loco remotiori a Lente, quam est ipsum objectum. Radii A *b*, A *b* emissi ab A, illapsi in *b b*, refringuntur ad perpendicula *p p*, atque ita redduntur minus divergentes: exituri ex superficie *c c*, a perpendiculo *c q* refringuntur, quo redduntur adhuc minus divergentes *cd*, *cd*; qui ducti retro concurrunt in *a*, adeoque oculum O ingrediuntur, ac si ex hoc puncto *a* venissent.

§. 1008. Objectum AE (*Tab.* 6. *Fig.* 9.) trans lentem conspectum ab oculo O, prope lentem, etiam apparet auctum. Radii enim A *b*, E *b* ab extremitatibus A, E objecti emissi, illapsique in lentem L K, refringuntur, ut exeuntes magis convergant in O, formentque angulum *c* O *d*, majorem A O E, sub quo absque lente objectum visum fuisset; quare objectum apparebit auctum. Cum vero per §. 1007, etiam in remotiori loco *a e* videatur, multo magis amplificatum apparebit.

§. 1009. Si lens fuerit sphærica concava, per eam inter objectum & oculum positam apparebit objectum propius lenti, minus, & erectum.

Sit punctum objecti A, (*Tab.* 6. *Fig.* 10.) emittens radios divergentes A *b*, A *b*, hi refracti in lente magis divergunt ad *e*, *e*, egressique divergere amplius pergunt in *e d*, *e d*; oculus igitur positus in *d d*, radios recipit, ac si ex puncto *a* propiori venissent. Est hoc punctum, *a*, *Focus Imaginarius*.

Sit jam objectum A E, (*Tab.* 6. *Fig.* 11.) quod ab oculo posito in O, sub angulo AOE videtur, in medio ponatur Lens cava SS, tum radii ab extremitatibus A & E emissi,

qui ad oculum O perveniunt, sunt A *b*, E *b*, hi refracti sunt *bc*, *bc*, delati deinde in viis *c* O, *c* O: cumque angulus *c* O *c* sit minor quam A O E apparebit objectum minus in *ae*, & erectum.

§. 1010. Si arcus circuli P Q R (*Tab.* 3. *Fig.* 8. 9. 10. 11.) ex centro lentis E fuerit descriptus, isque consideretur ut objectum, ejus imago *pqr* erit arcus similis concentricus: cujus longitudo erit ad longitudinem objecti, in ratione distantiarum a communi centro E, atque imago erit erecta vel inversa respectu objecti, prout ab eadem vel altera parte jacet.

Patet propositio in omnibus concentricis superficiebus ex sola inspectione Fig. 8. quoniam partes harum superficierum sunt similiter oppositæ partibus concentrici objecti: in Lente autem foci radiorum parallelorum jacent in arcu concentrico G F H, cum P *p*, & Q *q*, sunt tertiæ proportionales ad distantias P G, P E; tum ad Q F & Q E; adeoque imago *pqr*, est arcus concentricus. Quoniam axes radiorum considerantur ut rectæ lineæ transeuntes per E, erunt anguli *p* E *r*, P E R æquales: ideo ratio imaginis ad objectum, erit uti ratio distantiarum à puncto E: prout igitur extremitates P & *p* jacent ad eandem vel oppositam partem ab E, ita jacent quoque Q, *q*; tum R, *r*.

§. 1011. Quo objectum circulare P Q R minus est respectu distantiæ a puncto E, eo magis appropinquat ad lineam rectam, quod & in imagine obtinet; idcirco planum objectum ad notabile a lente intervallum; habebit fere imaginem planam.

§. 1012. Si oculus fuerit senilis, atque vel ob Corneam, vel ob lentem Crystallinam planiorem; radios objectorum propinquorum divergentes non satis refringere possit, ut supra retinam coeant, ope lentis convexa, ante ipsum positæ, radii ab objectis emissi redduntur minus divergentes; adeoque ab oculo, ut supra retinam coeant, refringi facilius poterunt. Quamobrem senes, perspicilli ope, objecta propinqua iterum clare & distincte cernent.

§. 1013. Usus perspicillorum non est admodum antiquus, etiamsi radios Solis per vitreas sphæras transeuntes, urere plurima cognitum olim fuerit. Inventio usus lentium pro senibus, videtur referenda intra Annum 1280 & 1311, utilitatem enim cognoverunt Roge-

rus

rius Bacon (a), Alexander de Spina (b), & Salvinus Armatus (c).

§. 1014. Quoniam Myopes radios objectorum in suis oculis nimis refringunt, & idcirco tantum objecta propiora, quorum radii multum divergunt, distincte videre possunt; remotiorum vero objectorum radios nimis diffringunt: ope lentis concavæ, radios a se dispergentis, hæc quoque objecta distincte videre poterunt. (1)

§. 1015. Si lens convexa fuerit portio minoris sphæræ, aut si fuerit exigua sphæra, valde amplificat objecta, ita ut omnes eorum partes distinctæ appareant; vocetur tum *Microscopium*. Hujusmodi lentibus elapso seculo in usum vocatis, detectus est integer Microcosmus. Primarii observatores videntur fuisse Fr. Stelluti, & hic quidem primus, cum partes Apum minutissimas Anno 1625 descripserit, dein Hodierna, Petrus Borellus, Powerus, Hookius, Grewus, Malpighius, Leewenhoekius, Bonannus, Griendelius, Joblotus, Reaumurius, qui observationes Microscopicas, cum insigni Scientiarum incremento, conscripserunt.

§. 1016. Ut cognoscatur quantæ magnitudinis appareat objectum, tum simplici oculo, tum Microscopio conspectum, ponatur objectum PQ, (*Tab. 6. Fig. 12.*) in foco Lentis AE, huic oculus proximus conspiciet objectum distincte sub angulo PEQ. Sit vero oculus naturalis ad distantiam LQ removendus ab objecto, ut id distincte videat; erit angulus PLQ, sub quo objectum cernetur: est

F 3 vero

(a) *Perspect. p. 3. d. 2. Cap. 3.* (b) *Redi epistola ad Falconerium.* (c) *Act. Lips. An.* 1740.

(1) Lentium modo sphæricarum, sive convexa sive concava figura donatæ fuerint, proprietates hactenus expendit Auctor, quod vid. ex his solum perspicilla, microscopia, & telescopia parentur. Sed & aliæ a sphærica spectari possunt in lentibus figuræ, veluti Ellipticæ, Hyperbolicæ, vel cujusvis alterius curvæ, quarum proprietates haud difficulter per Algebram eruendas hic proferremus, si alicui esse possent usui. Earum theoriam fusius prosequuti sunt Guisnée *in Comment. Reg. Acad. Scient. Par. A.* 1703, & Joannes Craige *in Optica Analytica*; Hyperbolicæ & Ellipticæ lentes Cartesio *Dioptricæ cap.* 8. plurimum commendantur, quod radios omnes axi parallelos, vel ab aliquo ejus puncto emanantes in eodem præcise puncto accurate colligant: verum cum difficillimum sit ejusmodi lentes satis exactas construere; tum etsi construerentur ad unguem, radios tamen a puncto extra axem lentis sito emanantes minus accurate, quam sphæricæ lentes, in puncto colligerent, uti adnotatum Newtono *in Schol. prop. 98. l. 1. Princip. Math.*, idcirco contemni merito solent.

vero angulus PEQ ad PLQ, ut LQ ad QE §. 876; sed est magnitudo objecti apparens, uti est angulus opticus; quare magnitudo objecti visa per Microscopium erit ad eam oculo tantum conspecta, uti LQ ad QE.

§. 1017. Si autem lens una non satis amplificat objecta, altera lens, imo & tertia additur; cujus inventum debetur Drebbelio Batavo, qui A. 1621. ejusmodi Microscopium compositum spectandum dedit, testante Hugenio (a): quod postea variis auctum & correctum fuit artificiis, tum ut objecta copioso lumine illustrentur, tum ut valde amplificata, & distincta, eorumque magnæ portiones una acie conspiciantur. Lens minima in his compositis, objecto vicina ponitur, ideo *Objectiva* vocatur; altera, quæ prope oculum, *Ocularis*. Quo pacto autem radii per has Lentes transeant, ex inspecto schemate satis intelligitur: ut & quomodo objectum AB, (*Tab.* 7. *Fig.* 16.) a speculo SS illuminatur. (1)

§. 1018. Ex lente convexa & concava, quodam intervallo a se in Tubo collocatis, composita est Machina, quæ *Telescopium* vocatur: cujus ope objecta remota, clare, & amplificata, ac erecta, videntur. Radii ab objectis

(a) *Dioptrica p.* 221.

(1) Radiorum progressus ope Microscopii, quod in fig. 1. Tab. 7. designatur, est hujusmodi. Exiguum objectum AB microscopio spectandum constituitur vel in foco lentis CE, vel, quod opportunius est, in paulo majori distantia, quam lentis focus abest ab ipsa lente. Ex singulis illius objecti punctis, puta A, B conorum instar producti radii, lente CE excipiuntur; qui in ea refracti, vel paralleli porro egrediuntur, si in lentis CE foco positum fuerit objectum, vel in totidem puncta convergentes, si idem objectum tantillum a lentis foco abfuerit. Convergentibus vero radiis, vel parallelis CEh, CEg, altera lens hg objicitur, cujus binis refractionibus fit, ut radii magis convergentes facti, in d & f tandem colligantur. Præterea in ea distantia a punctis d & f abest tertia lens *n k*, quæ ejusdem foci distantiam æquat: quo fit ut tandem radii per illam refracti, paralleli in nO, *k*O oculum subeant. Angulus sub quo modo videtur objectum AB est nOK, cum antea nudo oculo sub angulo AOB videbatur; adeoque in hac eadem angulorum ratione erit objecti magnitudo per microscopium ad ejusdem nudo oculo spectati magnitudinem.

Quo objectum AB clarius microscopii ope videatur, speculum concavum SS commode adhiberi potest, focum circa objectum AB habens; ita enim paralleli Solis radii RS, RS a speculo in AB collecti, frequentiores porro, vegetioresque hinc in lentem regeruntur. Idipsum obtineri etiam poterit si AA sit speculum concavum (*Tab.* 7. *Fig.* 6.), cujus in media parte perforata B microscopii tubus adnectitur, objectumque C microscopio conspiciendum in ipsius speculi foco C jaceat.

ctis emissi, aut reverberati, sequenti modo ad oculum perveniunt, veluti Molyneuxius optime explicuit. Sit objectum ABC, ex cujus puncto supremo A, radii tres *a*, *a*, *a*; ex medio B, (*Tab.* 7. *Fig.* 3.) radii *b*, *b*, *b*; ex infimo C, radii tres *c*, *c*, *c*, procedant: hi radii, antequam Tubum ingrediuntur, cruciatim se secant; Tubum ingressi illabuntur in lentem convexam ZYX, quæ *Objectiva* vocatur; a qua refringuntur, ut coeant in *f*, *e*, *d*, ibi objecti imaginem depicturi. Ponitur lens concava GL inter radiorum concursum, & lentem objectivam; eo ab hoc concursu intervallo, quod est æquale foco imaginario lentis concavæ. Hæc lens, *Ocularis* dicta, radios, qui nempe ex uno eodemque objecti puncto venerant, sua refractione reddit parallelos, cæteroquin eos ad T & R (*Tab.* 7. *Fig.* 4.) divergere faciat. Oculus recipiens hos radios parallelos, tanquam ab objecto remotissime emissos, eos diffringit, ut supra retinam coeant, depingantque imaginem objecti in TER, quæ cum jaceat eodem situ, ac si a solo oculo objectum inspectum fuisset, id in situ erecto, & distinctum apparebit: cumque in fig. 3. sub angulo TP*e*, cui est æqualis *fhe*, appareat, & qui multo major est, quam angulus *fye*, sub quo a solo oculo conspicitur, objectum amplificatum in ratione *ey*, ad *eb*, apparebit. *Campus visibilis* partim a magnitudine lentis objectivæ, partim ab apertura pupillæ pendet, quæ cum exiguis mutationibus prædita sit, Telescopium hoc, cui oculus proxime admovendus est, lentem concavam exiguam modo postulat, & hinc breve tantum esse potest, vix ultra pedem, adeoque exiguæ utilitatis ad objecta distantissima videnda. (1)

(1) Objecti hoc telescopio visi amplitudo a pupillæ amplitudine plurimum dependet, hæc enim tanta esse debet, quanta opus est ad eos radios excipiendos, qui ex concava lente paralleli erumpunt. At cum iidem paralleli radii a diversis objecti punctis emanantes plurimum a se distracti pupillæ occurrant, illam eorum radiorum plures non ingrediuntur, quod scilicet tanta non sit ejus amplitudo, quanta radiorum distractioni congrueret: quamobrem haud omnes objecti partes unico intuitu hujus telescopii ope conspici poterunt; atque eo minores erunt conspicuæ objecti partes, quo magis pupilla a concava lente abfuerit, tum enim eo magis divarigati ad pupillam radii diriguntur. Quin & eo minor est conspicua objecti pars, quo magis per telescopium ejusdem objecti magnitudo augetur: hæc enim crescit pro ratione anguli TPR: sed quo major hic est angulus, eo minorem objecti partem oculus uno obtutu comprehendit.

§. 1019. Tubus hic *Batavicus* vocatur, quia inventus fuit in Belgio, & quidem Medioburgi in Zelandia, ibidemque a Zacharia Johannide, & Johanne Lipperhey, circa annum 1590. constructus est (*a*): quamvis quoque inventum Metio, ab aliis Portæ (*b*), ab aliis Galileo, adscribatur: nequaquam vero antiquis Ægyptiis (*c*) innotuisse verosimile est, ejusve beneficio naves ex specula, in Pharo Alexandriæ erecta, ad 600 milliarium distantiam detegi potuisse: hæc enim propter curvaturam Terræ fieri nequeunt.

§. 1020. Defectum Tubi Batavici emendavit primus Keplerus, emendatum tubum in Optica, anno 1611. edita, describens. Fontana sibi inventum adscribit Anno 1608. quod alii Rheitæ, in lucem publicam opus edenti Anno 1645. (*d*) adtribuerunt: ita ortum fuit *Telescopium Astronomicum*, ex duabus utrimque convexis lentibus compositum. Sit objectum remotissimum A B C, (*Tab*. 7. *Fig*. 5.) a cujus puncto supremo A radii, *a*, *a*, *a*, ex B radii *b*, *b*, *b*, ex C radii *c*, *c*, *c*, emittantur. Hi radii antequam Tubum ingrediuntur, sese alicubi intersecant, illapsi in lentem objectivam X Y Z, ab ea refringuntur, ut in suis focis *f*, *e*, *d*, coeant, ibidemque objecti imaginem pingant. Sit lens ocularis *g h l*, remota tantopere a focis, *f e d*, quanta est ejus, datis radiis parallelis, foci distantia: proinde sit *e h* distantia foci ab oculari, *g h l* erit distantia, Y *h* æqualis aggregato longitudinum amborum focorum: oculus O paulo plus distet a lente, quam est ejus focus, illi objectum distincte, amplificatum, sed inversum apparebit: pendetque ejus campus a magnitudine lentis ocularis. Soli oculo apparuisset objectum sub angulo *a* O *c*, sed per Telescopium conspicitur objectum sub angulo *l* O *g*, qui anguli sunt in ratione *h* O ad *h y*, seu *h e* ad *e y*, hoc est ut distantia foci ocularis ad illam objectivæ lentis.

§. 1021. Quoniam objecta terrestria per hunc tubum inversa apparent, & ideo non admodum commode cognoscuntur; huic Telescopio (*Tab*. 8. *Fig*. 1.) duæ aliæ lentes oculares additæ fuerunt, ita ut id ex 4 lentibus componatur, quarum tres oculares æquali a se ponuntur intervallo;

(a) *P. Borellus de Telescopii inventore.* (b) *Keplerus il nuncio Sydereo pag.* 16. (c) *L'Histor. de l'Acad. des Belle Lettres Tom.* 1. *p.* 136. (d) *Hist. Acad. Reg. L.* 5. *Sect.* 1. *c.* 7.

vallo; per has radii transeunt, veluti in schemate exhibetur; atque ita objectum erectum, propius oculo, atque amplificatum, uti in §. 1020. apparet.

§. 1022. Telescopia hujusmodi longiora 20 pedibus vix amplius objectis Terrestribus conspiciendis inservire possunt, propter partium aerearum continuum motum, qui visibilis evadit, efficitque, ut motu quodam tremulo objecta quasi subsultare videantur.

§. 1023. Sunt Telescopia hæc Dioptrica nonnullis defectibus obnoxia, propter diversam radiorum refrangibilitatem: Sit enim vitrum A B (*Tab.* 8. *Fig.* 2.), radiique sibi paralleli EA, CI, FB, radii minime refrangibiles sibi in G, maxime refrangibiles in H, occurrant, erit tum GI ad IH, uti 28 ad 27, & GH erit $\frac{1}{28}$ ipsius GI: ducatur KL per G, & MN per H perpendicularis in axim CIG; erit MN $\frac{1}{28}$ pars latitudinis vitri AB, & KL $\frac{1}{17}$: idcirco OP, quod est spatium minimum, in quo radii collecti sunt, erit proxime dimidium ipsius MN, adeoque $\frac{1}{55}$ ipsius A B. Proinde radii ab uno objecti puncto emanantes, non in puncto post vitrum coeunt, & ideo quodlibet punctum objecti parum distincte apparebit. Hic error in radiorum transitu per lentes oculares augetur, atque ita trans Telescopia objecta coloribus tincta apparere solent. Cum hæc vitia, & plura alia detexerat Nob. Newtonus, Telescopia emendavit, pro his reflectentia substituendo, de quibus in proximo Capite (1).

CAP.

(1) Sed præter hactenus Auctori memoratam radiorum aberrationem a diversa eorum refrangibilitate pendentem, alia etiam datur aberratio a lentis figura & magnitudine dependens: constat quippe paucos tantum radios, eos scilicet, qui axi lentis vicinissimi sunt, in puncto præcise uniri, reliquos vero ab axe paulo longius discedentes e lentibus egressos in diversis punctis axem secare, quod non modicam visioni confusionem creat. Huic nihilominus malo opportunum excogitavit Hugenius remedium, tegendo scil. lentem lamina opaca, in cujus medio apertura tanta relicta sit, quanta sufficit, ut radii per illam ingressi præcise in ejus focum colligantur.

Opportunus hic esse videtur locus quæstionem breviter indicandi, quam jam pridem non sine aliquo partium studio agitatam, iterum ventilavit Hermannus in secundo sollemni Academiæ Petropolitanæ conventu A. 1726. An scilicet sperandum fore ut telescopia ad eam

per-

CAP. XXXV.

Catoptrica.

§. 1024. Lux e corpore lucente emanans, atque in objecta illapsa, quaquaversum reflectitur, si horum superficies fuerint asperæ & inæquales, verum secundum aliquam directionem, si superficies fuerint politæ.

§. 1025. Lucis reflexio vel in corporis superficie anteriori contingit, si id fuerit opacum, vel a superficie posteriori, si corpus fuerit pellucidum; vel ab utraque superficie in pellucentibus corporibus.

§. 1026. Lucis reflexionem a superficie anteriori, non attribuendam esse impactioni ejus in partes solidas corporum, sed viribus aliquibus repellentibus, ex corporibus exeuntibus, & extra superficiem agentibus, invenit Nob. Newtonus, atque fuse demonstravit (*a*). Cum enim tenuis solis radius in pilum, filum, acum, stramen & alia corpora incidit, umbra multo major, quam a radiis tangentibus definienda foret, post hæc memorata projicitur: idemque fit, licet ab aqua ambiantur: adeoque Lux ex via recta detorquetur a vi eam repellente, ex corporibus effluente (1).

1. Sit

(a) *Opticæ Lib. 2. part. 3. §. 8. Lib. 3.*

perfectionem perducantur, ut eorum ope in Astris, aliisque longissimis distantiis, minuta quæque objecta, veluti Planetarum incolas, si qui sunt, videre valeamus. Id sane fieri posse visum est Cartesio, plurimisque ejus asseclis, quod sc. a lentibus ellipticis, atque hyperbolicis, quas industria aliqua parari posse putabant, juxta Cartesianæ Dioptricæ præscripta miraculosos fere effectus sibi augurarentur, si earum usus fieret in Telescopiis. At illos vana illusos fuisse spe jam supra innuimus, tum quod arte nulla accurate ejusmodi lentes parari possint, tum præsertim quod radios a punctis extra axem positis venientes, minus quam sphæricæ lentes, in puncto exacte colligant. At id omnem optatissimæ quidem rei spem abjicit, quod ea lentis apertura ad Jovis, e. g., incolas spectandos, opus esset, uti Hermanno observatum, quæ telluris diametro, vel æqualis, vel major foret. Quod, etsi possibile fingas, quanti inde errores consequerentur ab ipsa lentis magnitudine, diversaque radiorum refrangibilitate pendentes! Si telescopia adhiberi possent trecentos, aut quadringentos pedes longa, iis Lunæ imago haud major exhiberetur, quam si ipsa Luna quinque milliaribus a Terra distans, oculis nullo telescopio adjutis spectaretur, uti Auzoutus Gallus ostendit: in ea vero distantia Lunæ a terra, immo & multo minori, illius Planetæ incolas discerni non posse liquidum est.

(1) Hoc Auctoris argumentum, quo lucem contendit ob vim corporum

1. Sit Metalli aut vitri ſuperficies ſcabra, Lux quaquaver-

---

rum repellentem, a via rectilinea recedendo umbram efficere majorem, quam quæ radiis tangentibus definienda foret, vereor valde ut firmo ſtet fundamento: cum enim quæ a corporibus projiciuntur umbræ varia magnitudine præditæ ſint pro varia eorundem corporum diſtantia, varioque ſitu, reſpectu corporis lucidi, fieri potuit, ut ab iis cauſis illius umbræ magnitudo orta fuerit, quæ a noſtro Auctore vi corporum repellenti adſcribitur. Id ſane commentum experimento § 498 clare rejicitur; eo enim liquido conſtat lucis radios prope metalli, vitri, aut lapidis cujuſvis apicem tranſeuntes, ad illa vi attractionis per curvilineas ſemitas accedere potius, quam ab iis repelli.

Quod vero ad Newtoni de lucis reflexione ſententiam ſpectat, is ſane contendit nullam dari reflexionem ex impactu in ſolidas corporum partes pendentem, ſed omnem repetit vel a viribus attrahentibus, vel repellentibus. Cum lucis radius certa obliquitate ex vitro in ſubjectum aerem, vel vacuum tendit, vi magna attrahente vitri cohibetur, quominus ſubjectum aerem vel vacuum permeet, viaque curvilinea in vitium rediens, ex illo porro egreditur, angulum reflexionis vel reditus angulo incidentiæ æqualem efficiendo, uti *Princ. Math. lib.* 1 *prop.* 96. oſtenditur, indicatumque Auctori noſtro §. 865. Hæc vero reflexio ab attractione dependens, quam reapſe dari non ambigitur, ſemper ex poſtica vitri facie fit, conſequiturque refractionem in antica ſuperficie factam. At alteram reflexionem dari contendit Newtonus ex antica vitri ſuperficie pendentem, quatenus ſcilicet circa illam ad aliquam uſque diſtantiam protendi ſupponit repellentis vis veluti atmoſphæram, ad quam cum pertingunt radii, illico intactis ejus ſuperficiei ſolidis partibus, repellantur. Quod vero de antica vitri ſuperficie dictum, opacorum omnium corporum ſuperficiebus convenire reputat, abs ejuſmodi repellentibus atmoſphæris illorum reflexionem deducens. Verum debita ingenuitate fateor, hanc mihi haud probari ſententiam. Præterquam enim quæ pro illa adducuntur argumenta, haud rem conficere videntur; illud quidem non exiguam continet difficultatem, quod circa corpora quæque opaca duplex concipienda eſſet atmoſphæra contrariis donata viribus, quarum altera attrahendi vi donata radiorum plures intromittantur, altera vero repellendi vi prædita reliqui radii veluti expulſi reflectantur, quod a vero abſonum videtur, nec parum naturæ ſimplicitati refragatur.

Fatendum tamen non levem hic occurrere difficultatem, ut explicetur qui fiat, ut poſito circa corporis cujuſvis ſuperficiem attractionis medio ad aliquam uſque diſtantiam protenſo, quo radiorum plures irretiuntur & ſuffocantur, alii e contrario radii regeri & remitti valeant, nec eodem attractionis medio, quominus id præſtent, cohibeantur. Quidam Philoſophi, ut id explicent circa corporis cujuſvis veluti EFDC ſuperficiem (*Vid. fig.* 15. *Tab. Addit.*) ejuſmodi atmoſphæram comminiſcuntur, quæ undarum inſtar in nonnullis ejus extimæ ſuperficiei partibus, veluti A, A, A elevetur, cum in aliis ut B, B, B deprimitur: hinc vero fieri putant ut lucis radii partibus A, A, A, occurrentes, ab iiſdem remittantur, in reliquas vero partes impingentes intromittantur. Ingenioſum ſane commentum; in quo cum nil eorum,

versum ab ea dispergetur: poliatur superficies, quod fit asperis pulveribus, superficiei maxima scabrities tolletur, nihilominus admodum inæqualis semper manet propter incisuras; quas pulvisculi incidunt, tum propter poros corporis; nihilominus, simulac lævigatio aliquousque peracta est, corporis superficies splendere, & lucem ordinate repercutere incipit, ac si perfectissime lævigata foret: quod, nisi vis quædam extra superficiem corporis emanans detur, quæ radios illapsos reddat, antequam ad ipsas partes solidas pervenerint, concipi nequit (1).

2. Hæc igitur vis quasi superficiem quandam virtualem format, quæ lucem repercutit; nisi hæc foret, concipi nequit,

---

eorum, quæ ponuntur, experimentis & observationibus confirmari queat, simplicis conjecturæ limites haud excedere adfirmandum est.

Illud verosimilius & ingeniosius est, quod hac de re nuper mihi communicavit Vir Cl. Nicolaus de Martino, cum de mathesi universa, tum rerum naturalium scientia insigniter meritus. Circa corpora quæque sive diaphana, sive opaca ad certam usque distantiam attractionis medium protendi jam toties indicatum est: idque adeo experimentis congruum, ut nulli obnoxium dubio videatur. Ad ejusmodi medium cum lucis radii ex aere accedunt, ibidem ejus attractionis vi sistuntur, totumque id medium lucis particulis repletum novam rarissimam lucis particularum atmosphæram conflat, cujus ob summam raritatem vel nulla vel exigua admodum est attractio. Qui porro ex corpore luminoso sequuntur radii, huic rarissimæ lucis atmosphæræ ex aere occurrunt; adeoque præpollenti aeris attractione curvilineo cursu ad ipsum aerem redeunt, simili ratione, quæ §. 865. est indicata.

Idipsum quoque explicari potest, non spectata aeris fortiori attractione, cujus quidem effectus ob summam exiguitatem contemni merito potest. Si scilicet statuatur, quod a vero minime abludit, lucis atmosphæram prope corporis superficiem efformatam elasticitate pollere; ita enim ab incidentibus magna vi lucis radiis inflecti illam oportet, ac porro restitui, eosdem lucis radios secum ferentem, qui proinde redibunt, vel per eandem viam, si perpendiculariter impegerint, vel si oblique, reflexionis angulum angulo incidentiæ parem efficiendo.

(1) Quod polita vitri superficies utut minutissimis excavata rasuris radios ad unam modo partem ordinate regerat, argumento est, majores ejus superficiei inæqualitates asperis pulveribus abrasas fuisse, tum quæ supersunt exigua copia, minutissimaque subtilitate, non cohibere quominus maxima saltem radiorum pars ordinate regeratur: radiorum qui eis inæqualitatibus quaquaversum reflectuntur, exigua admodum quantitas est, longe major, quæ ordinate remittitur. Nulla igitur repellendi vi extra corporis superficiem protensa opus est, ut ordinatæ radiorum reflexionis ratio detur. Quin, etsi reapse dari ejusmodi vim expellentem supponamus, nec inde quæsito satis fit; superficies enim, quæ circa corpus ea vis terminatur, suas etiam inæqualitates habere debet, utpote ipsius corporis superficiei, ex qua prodit, parallela, atque adeo eodem modo regeri ex illa radios oporteret, quo per ipsammet corporis superficiem reflecterentur.

quit, quo pacto in speculis vitreis tantum duas objectorum imagines & non innumeras videamus: quod contingere deberet, si partes solidæ lucem reflecterent; quippe in vitro partium solidarum strata sunt plurima, quæ singula, lucem reddendo, plurimas imagines efficerent (1).

3. Nec corporum superficies posterior lucem reflectit, sed vis attrahens, ex superficie exiens, quæ radios egressos ad corpus retrotrahit, atque ita repellit, veluti exhibuimus in Tab. 1. fig. 7. nam posterior lucis reflexio sive potius inflexio & recursus fit simulac hæc obliquius, quam sub angulo 40 vel 41 graduum, ex vitro in Aerem, aut in spatium vacuum exiret. Concipi igitur nequit, Aerem, rarissimum Fluidum, poros vitri obturasse, cum lucem in minori obliquitate allapsam transmittat: verum Aer nihil facit, quia in vacuo lux fortius redit, minusque e vitro exire videtur: ibi nihil est, quod vitri poros obstruit. Sed quoque non a partibus vitri solidis, superficiem constituentibus, fit reflexio; nam simulac Aqua, Oleum, vel aliud vitrum superficiei apponitur, non fit lucis reflexio, sed transitus: tum vero superficiei partes solidæ non sunt mutatæ: quid igitur mutatum? Virtutis attrahentis in vitro actio, propter vim attrahentem Aquæ, Olei, vel alterius vitri appositi.

§. 1027. Reditus igitur lucis a vitro corporibusque pellucidis duplex est: qui enim a superficie anteriori fit, oritur a vi repellente; qui a superficie posteriori, oritur a vi attrahente: Sit corpus A B C D, (*Tab.* 7. *Fig.* 2.) ex cujus suprema superficie A B vis repellens usque ad I H egreditur, & vis attrahens usque ad K L. Radius O P admodum oblique illapsus in vim repellentem I H, multum retardatur; inflectitur in Q, repellitur in via Q R, reverberaturque in R S. Verum si radius *op*, minus oblique in I H incidisset,

---

(1) Cum in vitro ceterisque diaphanis corporibus meatus ab una ad alteram superficiem recta pateant, qui radii eos ingrediuntur, solidis aliis partibus non occurrunt, verum libere ad oppositam usque superficiem descendunt, ex qua vel recta egrediuntur, vel curvilinea semita in vitrum redeuntes, ex eadem antica superficie remittuntur, quemadmodum paulo ante innuimus. Qui vero radii in laterales meatuum parietes impingunt, ab his reflexi non ideo ex vitro exeunt, sed aliis parietum partibus occurrentes, reiteratis reflexionibus intra ipsorum corporum substantiam irretiuntur, & veluti suffocantur: quamobrem adducto argumento non magna est vis.

diffet, majori vi recta progredietur, quamvis e via aliquantum extractus, adeo ut exiguam curvam pq describat, perveniens deinde ad vim attrahentem K L, acceleratur, & curvam alio situ positam qr emetitur. Reditus lucis a posteriori superficie expositus est in §. 1026. Videntur omnia pellucentia corpora ab hujusmodi duabus differentibus viribus ambiri.

§. 1028. Hinc intelligimus, quænam corpora sint opaca 1. Atomi non porosæ. 2. Particulæ, quarum pori angustiores sunt, quam ut lucem transmittere possint. 3. Corpora majora, ex quorum superficie vis magna repellens exit. 4. Corpora majora, quorum partes amplos relinquunt poros, & a se procul distant, ita ut suam vim attrahendi aut omnem, aut fere omnem in lucem exerceant, qua fit, ut lux continuo in lineis fere curvis ad singulas particulas deferatur, inæqualiter ab iis reflectatur, atque ita intercepta quasi, transire impediatur; aut postquam transierit, motu inordinato egrediatur, ut non amplius videri possit. Simulac igitur horum corporum pori Medio aliquo, lucem etiam attrahente, implentur, non amplius lux motu adeo inordinato, & in iisdem curvis, a vi attrahente partium agi potest, sed conspirantibus viribus attrahentibus tum Medii, tum partium, lux in rectis lineis moveri poterit, adeoque per corpus transibit, ut ex inspecto schemate colligi potest.

§. 1029. Proinde corporis poros implendo, id ex opaco fiet pellucidum. Quo id Medium, poros implens, lucem magis attraxerit, ita ut æquali vi ac corporis partes in eam agat, eo corpus ex opaco pellucidius evadet. Hoc omne nititur observationibus. Charta pura alba fere est opaca, ejus poros Aqua imple, sive chartam humecta, pellucebit: sed imple poros oleo, hoc lucem fortius quam Aqua trahit, jam multo pellucidior erit charta: sed omne oleum non æque fortiter lucem trahit; observavit Nob. Newtonus oleum Terebinthinæ vim lucem refringendi habere, quæ esset ad eam olei olivarum, veluti 13222 ad 12607: idcirco chartam inunge oleo Terebinthinæ, nunc instar vitri fere pellucet, & multo magis, quam uncta oleo Olivarum.

Vitrum pellucidissimum in pulverem contundatur, pulvis erit albissimus, opacus prorsus, uti vitreo plano impositus apparet; poros pulveris imple Aqua, incipiet aliquantum

tum pellucere; poros imple oleo Terebinthinæ, jam pellucebit; partes propius iterum adige liquefaciendo, prior pelluciditas redibit.

Albumen ovi pellucidum conquassa, ut spumet, erit spuma albissima, opaca; cessante spuma, redit pristina pelluciditas.

Acetum cum oleo Olivarum conquassa, utrumque seorsum pellucet, conjunctum utcunque, opacissimum est fluidum.

Aqua admodum pellucet, ea in vaporem ope ignis reducatur, multo minus pellucet: hinc in laboratoriis Tinctorum & Cerevisiariorum tantæ ab assurgentibus vaporibus tenebræ. Hinc & adscendentes vapores hi, tum & fumi caminorum nubes opacas in Atmosphæra volitantes constituunt. Lapis, Oculus mundi dictus, opacus est; qui poris Aqua impletis pellucet: Simile quid in gypso notavit Nob. Hugenius (*a*); quum enim gypsum, instar calcis cum Aqua subactum, recipienti Boyleano circumfudisset, materia erat opaca; postquam affuderat Terebinthinam & Oleum, hæc in poros gypsi penetrantia, illud pellucidum reddiderunt. Ex his quoque clare intelligitur, quare glacies primum generata, pellucet, & simulac ab Aere intercepto, tum ab alia quacunque causa, bullæ hinc inde in ea formantur, opaca fiat. Sed innumera similia phænomena continuo sunt obvia. Metalla pura, quia sunt satis homogenea, ad specula formanda non multum valent, verum si varia inter se permisceantur, etsi tum misturæ partes secum vix congruant, parum cohæreant, poros inordinatos intercipiant, nihilominus oritur Metallum aliquod, fortissime lucem repercutiens, & speculis optim. inserviens (*b*).

§. 1030. Non autem credendum est, lucem esse ideo corpus ab aliis diversum, quoniam per poros corporum patulos non transit: plurima ejusmodi exempla habemus. Aqua non transit per amplissimos Cilicii camelini poros; imo nec Aqua, nec Vinum, nec Cerevisia, nec Vini Spiritus, per poros cadorum ligneorum, aut suberis, admodum patulos fluit, cum tamen oleum, multo spissius prioribus, vix a cadis retineri possit. Mercurius per chartam, linteamina, corium non facile transit, nisi prematur; constat tamen ex partibus multo subtilioribus, quam sunt horum corporum meatus.

§. 1031.

(a) *Phil. Trans. N.* 122. (b) *Smith. Optiks.* §. 787.

§. 1031. Interim cavendum est, ne opinemur, corpora esse omnino opaca, quæ ruditer examinata, opaca nobis apparent; hujusmodi enim pauciora sunt, quam fides fert, si in obscuro examinentur loco, eaque Sol ab una parte illustret. Ecquis credidisset, digitos nostrarum manuum instar cornu pellucere? quod tamen verissimum; & idem in corporibus multis observatur.

§. 1032. *Speculum* vocamus omne corpus, quod tali superficie lævigata & vi repellente donatum est, ut lucem illapsam ordinate reflectat. Concipiemus in sequentibus specula ejusmodi metallica, vel quæ anteriori sua superficie lucem repercutiunt.

§. 1033. Si lucis radius AC (*Tab.* 8. *Fig.* 4.) in speculum inciderit, angulus reflexionis BCO, æqualis angulo incidentiæ ACO observatur (1).

§. 1034.

---

(1) Hanc reflexionis legem, cui pene tota innititur Catoptrica, non a priori, ut dici solet, deductam, sed veluti experientia & observatione notam hic accipit Auctor; eaque instar axiomatis, quemadmodum communiter ab Opticis fieri solet, in sequentibus utitur. Ex pluribus vero experimentis, quibus ejusmodi reflexionis lex liquido constat, en unum: Super speculo plano (*Vide fig.* 16. *Tab. Addit.*) MN collocetur semicirculus BLC, itaut centrum ejus sit in A, & superficies ad speculum perpendicularis: tum sumantur æquales arcus BE, CF, ductisque AG, AH, sit in G objectum, oculus vero in H. Hic observabit objectum G per radium a puncto A reflexum, itaut si punctum A tegatur, non amplius apparebit objectum. Radius ergo incidens GA, & reflexus AH cum speculo MN pares angulos faciunt.

Hujus autem legis accuratam demonstrationem ab ipsa rei natura derivatam, utut plurimum de ea a præclarissimis Philosophis cogitatum sit, eorum tamen nullus, quem sciam, exhibere hactenus potuit. Si lucis particulæ, quas sphærica fere figura donatas evicimus *adnot.* 2. §. 35., flexibiles & elastica vi præditæ forent; vel si iis inflexibilibus, corporis tamen reflectentis superficies ad lucis ictum paululum intromitti, ac statim restitui posset, ejus legis facile redderetur ratio, ut in § 455. Verum utrumque fingi tantum, nulla vero evidenti ratione stabiliri potest. Et primum quidem ingenti particularum lucis duritiei, earumque indivisibilitati refragatur; alterum vero, si superius memorata lucis atmosphæra prope corporis superficiem fingatur, intelligi facile poterit: at simplicis conjecturæ limites ea non prætergreditur atmosphæra. Quod si Philosophorum hac de re ratiocinia ad κρίσιν revocare placeat, vix ullam rei spem superesse haud hæsitabis adfirmare. Spectemus potiora.

Quibusdam pro ea stabilienda reflexionis lege ita ratiocinari placuit (*Vid. P. Schotti Mag. Catopt. pag.* 254., & P. *Traber Nerv. Opt. l.* 2. *cap.* 2. *prop.* 2.) Sit GA (*Vid fig.* 16. *Tab. Addit.*) radius incidens, & AH reflexus; ponaturque, si fieri potest, angulus incidentiæ GAM angulo reflexionis HAN major; mox converso rerum ordine, positoque objecto in H, oculo in G, erit angulus incidentiæ HAN major angulo reflexionis GAM; qui tamen

§. 1034. Adeoque radius BC, (*Tab.* 8. *Fig.* 4.) eadem v a puncto reflectente C redit, ac inciderat. Motus enim AC, radii incidentis resolvatur in AO, CO; cum motus

men prius ponebatur minor: cumque idem sequeretur absurdum, si angulus incidentiæ minor dicatur angulo reflexionis, patet eundem incidentiæ angulum nec majorem, nec minorem esse angulo reflexionis, adeoque ei æqualem. At quis in hoc ratiocinio manifestam contineri fallaciam non vid·t? Positum primo est angulum incidentiæ GAB majorem esse angulo reflexionis HAG; mox mutato situ supponitur radium HA minori angulo HAC incidentem ad oculum in G locatum reflexum iri; quod sane qui incidentiæ angulum majorem angulo reflexionis statuit, nunquam concedet.

Quidam non parvi nominis Philosophi reflexionis legem ex eo ostendi posse putant, quod natura quemadmodum in reliquis suis effectis, ita in luce propaganda, brevissima, simplicissimaque incedat via. Sed radius ex dato puncto profluens, & inde ab opposito obice ad aliud punctum reflexus, brevissimum conficit iter, dummodo incidentiæ & reflexionis anguli pares sunt, uti ex §. 1036. liquebit; ejusmodi igitur esse debet reflexionis lex, quæ eorum angulorum æqualitatem ferat. At id prætensæ hujus demonstrationis vim maxime infringit, quod etsi simplicissimam naturalium omnium effectuum concedamus esse rationem, plerumque tamen in quo ea sita sit simplicissima ratio haud liquet, nec certa ejus cognoscendæ datur via, nisi a posteriori, ipsaque naturæ effecta spectando. In ipsa quidem reflexione, brevissimum esse ab objecto ad oculum lucis iter novimus, in eoque summam naturæ simplicitatem admiramur; at id ex eo nobis compertum est, quod incidentiæ & reflexionis angulos pares esse antea ex experientia deprehendimus.

Acute quidem, & eleganter more suo de hac reflexionis lege commentatur Isaac Barrov in suis Lectionibus Opticis. Is scilicet lucis radium non ut simplicem lineam, sed ut corpus parallelepipedum, prismaticum, cylindricum imaginatur, utut exilissimæ latitudinis & profunditatis, veluti (*Vid. fig.* 17. *Tab. Addit.*) CDAB: id vero oblique in speculum LAO incidens, altero ejus termino A prius speculo occurrit, quam altero termino D in idem impingat. Qua vero parte BA radius impegit, per eundem AB ob obicis difficultatem retrocedere conatur; sed cum interim altera parte CD cursum suum versus E continuare adnitatur, ex binis contrariis motibus eidem radio communicatis, termino scilicet D per DE, & termino A per AB, rotationem quandam oriri oportet circa punctum Z medium rectæ DA, atque adeo radium CDAB situm *cdab* obtinere, & rectam DA in *da* pervenire. Hinc incidentiæ & reflexionis anguli, scilicet BAO, *cd*L æquales fiunt; nam si æqualibus Z*d*A, ZA*d* addantur recti *cda*, BAD, æquales orientur anguli *cd*A, BAL, quorum proinde complementa ad duos rectos æqualia esse oportet, scilicet angulos BAO, *cdl*. At plura sunt, quæ in hanc ratiocinationem opponi possent momenta; unum tantum brevitatis studio memorabimus. Quod radius sui termino A in speculum incidens retro nitatur per AB, assumitur quidem, sed non probatur: actio impingentis per BA in firmum obicem A tantundem valet, ac si per normalem KA ictus fieret; ideoque obicis renixus non per AB, sed per AK exerceri debet.

tus AO, parallelus ſpeculo, integer maneat, erit OB = AO, radius vero impingit in C motu OC, qui ſi non permanſiſſet in reditu, non foret CO = OC, adeoque tum non eſſet angulus BCO = ACO (1). Sed æqualitas horum angulorum obſervatur, adeoque eſt vis radii redeuntis eadem, ac incidentis.

§. 1035. Radius reflexus CB (*Tab.* 8. *Fig.* 4.) jacet cum AC in plano, quod eſt perpendiculare ad planum reflectens DCE.

Ducta enim AB, a radio incidente & reflexo Triangulum ACB formatur, quod eſt ſemper in plano: quia autem motus AC concipitur animo reſolutus in AO, parallelum ad DCE, & in OC perpendicularem; erit omne planum, quod per OC tranſibit, perpendiculare ad DCE.

§. 1036. Eſt via radii AC (*Tab.* 8. *Fig.* 4.), illapſi in ſpeculum planum DE, & ab eo reflexi in CB, breviſſima.

Suppone enim radium in F, aut *f*, incidere, & repercuti ad B; erit AF † FB, vel A *f* † *f*B longior, quam AC † CB. Producatur AC in P, ut CP ſit æqualis CB; ducatur recta PB, erit AC † CB = AC † CP; angulus ECB = ECP; ergo BCF = PCF; hinc latus FB = FP. Sed AF † FP majora quam AC † CP, quæ ſunt = AC † CB. Eodem modo *f*B = *f*P. Sed A*f* † *f* P majora quam AP; ergo A*f* † *f*P majora quam AP; ergo A*f* † *f*B majora, quam AC † CB. Non eſt propoſitio univerſalis in Speculis curvis (*a*).

§. 1037. Data oculi E, & objecti A poſitione, a dato ſpeculo BF, invenire punctum C, a quo radius AC illapſus, ad oculum in CE redditur.

Demittantur ex A & E (*Tab.* 8. *Fig.* 5.) perpendiculares in ſpeculum ad B & F, ducantur AF, EB, quæ ſe in D interſecant, ex D dimittatur perpendicularis DC, ductis AC, EC, erit AC illapſus, & EC reflexus. Eſt enim AB. BF :: DC. CF; & EF. BF :: DC. BC; adeoque AB x CF = BF x DC = EF x BC. ergo AB, BC :: EF, FC; & duo Triangula ABC, EFC erunt ſimilia, atque angulus ACB = ECF. Vel producatur AB

(a) *Smith Optiks Rem. pag.* 70.

(1) Supponatur enim vim OC evadere in reditu C*p* ipſa CO minorem; tum manente motu OB ſeu *pb*, non per CB, ſed per C*b* rediret radius, eſſetque adeo angulus reflexionis *b*CE angulo incidentiæ ACD minor.

AB in K, donec AB = BK, ductaque recta ECK, erit punctum C quæsitum.

§. 1038. Objecti, DE, (*Tab.*8. *Fig.*6.) ante speculum planum AB positi, imago LM, apparet Spectatori CH, ad eandem post speculum distantiam, qua abest objectum a speculo. 2. Imago LM est similis & æqualis objecto DE. 3. Et ineodem situ respectu oculi, ac objectum.

Ex puncto objecti D emanant radii in totam speculi superficiem, quorum DF, DG cum intermediis reflexi in FC & GH, oculum ingrediuntur: veluti ex infimo puncto E objecti tantum radii EN, EO cum intermediis, post reflexionem delati in NC, OH ingrediuntur oculum: retroducti CF, HG concurrunt in L, & retroducti CN, HO concurrunt in M: ducatur recta DL. Est angulus DFA = CFB = IFL: adeoque DFG = LFG: est angulus DGA = HGB = LGA: est latus GF = GF; adeoque Triangulum LFG = DFG Quoniam angulus DFI = LFI, & latera LF, FI æqualia lateribus DF, FI, erit LI = DI. Ducta quoque ME, pari modo ostendetur recta ZM = ZE: adeoque imago abest tantundem post speculum, ac objectum anterius ab eo distat. 2. Quia angulus DFB = LFB, & EOA = MOA, FO = FO, LF = DF, MO = EO, erit LM = DE; adeoque imago est æqualis objecto: & 3. in eodem situ respectu oculi (1).

§. 1039. Idcirco Spectatori, stanti ante speculum planum, dextræ sui corporis partes apparebunt sinistræ, & contra. 2. Tum si Spectator ad speculum accesserit, vel ab eo recesserit, imago tantundem ad speculum accedere, vel ab illo videbitur recedere.

§. 1040. Si speculum planum CD (*Tab.* 8. *Fig.*7.) jacet horizonti parallelum, objectum AB sit ad horizontem perpendiculare, id Spectatori O inversum, uti *ba*, apparebit; nam puncta A & B objecti debent apparere post speculum in *a* & *b*, quantum a parte anteriori absunt a speculo. Demonstratio eadem est ac in §. 1038.

(1) Cum anguli ad I æquales esse debeant ex demonstratis, erit recta DI speculo AB normalis, diciturque idcirco DI *cathetus incidentiæ* puncti D, quemadmodum EZ *cathetus incidentia* puncti E. Sed puncta D, & E videntur in L & M: igitur punctorum radiantium imagines per speculum planum in concursu radiorum reflexorum cum suis cathetis apparent; quod etiam in sphæricis sive concavis, sive convexis speculis locum habet.

§. 1041. Si speculum planum CD (*Tab.* 8. *Fig.* 8.) sit inclinatum ad horizontem sub angulo 45 graduum, objectum verticale AB apparebit Spectatori in OH, horizontale, veluti in *ab*. Si autem objectum *ab* sit horizonti parallelum, apparebit Spectatori in *ob*, perpendiculare ad horizontem, veluti est AB. Demonstratio est eadem ac in §. 1038. (1).

§. 1042. Si vero speculum vitreum KBDE (*Tab.* 8. *Fig.* 9.) fuerit posteriori superficie obductum Mercurio, hujus utraque superficies lucem reflectet, adeoque punctum C objecti spectatori OR apparebit duplici imagine in A & *a*, una nempe A, quæ remotior est, reflexa a superficie anteriori speculi BE; altera *a*, quæ propior apparet, reddita a superficie posteriori KD, & visa ope radiorum in exitu ex vitro refractorum, atque facientium, ut *a* propius oculo appareat. Optime hæc duplex imago conspicitur, si candela ardens ante speculum ponatur, atque oblique repercussos videat Spectator radios: ut & si vitrum crassum fuerit. Admodum oblique intuenti speculum apparebit flamma non modo gemina, sed sexies vel sæpius repetita, quia nonnulli radii repercussi a posteriori vitri superficie ad anteriorem, exeunt quidem ex speculo, alii vero minus fortes ab anteriori superficie iterum ad posteriorem repercutiuntur; horum nonnulli, ad anteriorem reflexi, exeunt, imaginem aliam dant conspiciendam, aliqui vero iterum ad posticam superficiem repercutiuntur; quæ repercussiones ab ambabus superficiebus, & ex anteriori egressus, aliquoties repetuntur, donec ex anteriori superficie speculi tam pauci radii exeant, ut non satis fortes sint ad imaginem visibilem exhibendam.

§. 1043. Si duo specula plana AB, AC (*Tab.* 8. *Fig.* 10.) ad angulum rectum BAC fuerint juncta, objectum S a Spectatore inter speculum AC & rectam AO, angulum

(1) Ponatur enim radios reflexos *q*O, *p*H retroductos concurrere in *a*; itemque reflexos *r*O, *t*H concurrere in *b*; & eodem modo ac in §. 1038. demonstrabitur $Aq = qa$, $Ap = pa$. Est præterea angulus AqC = angulo Cqa, $Cq = Cq$: ergo in trigonis ACq, aCq anguli ad C erunt æquales; adeoque singuli semirecti seu graduum 45, & integer angulus ACa rectus erit. Eodem modo rectus demonstrabitur BCb; ideoque verticale objectum AB apparebit horizontale in *ab*. Similiter demonstratur, quod si objectum horizontale *ab* oculo *ob* spectetur in speculo CD, id appareat verticale in AB.

lum rectum bifariam dividentem, posito in X, videbitur semel in speculo AB, bis in AC.

Ex S enim emissus radius SE, post unam reflexionem a puncto E pervenit ad oculum X; adeoque objecti imago post Speculum AB videtur: verum alter radius SD reflectitur in F, a quo ad X repercutitur; ab S alter radius SM emanans, reflectitur ab M ad X; quamobrem duplex imago objecti S post speculum AC apparebit.

§. 1044. Si bina specula AB & AC (*Tab.* 8. *Fig.* 10.) angulum acutum contineant, objectum vero R in recta AR, bipartito secante angulum, ponatur, oculus in X, inter speculum AC, & rectam AO, videbit objectum aliquoties, propter radiorum reflexionem diversam ad uno speculo in alterum. Nempe si angulus BAC sit 65 graduum, oculus in X videbit objectum quinquies in speculis, bis in AB, ter in AC, & dein ipsum objectum.

Si angulus 60 graduum, videbitur objectum & sexies adhuc in speculis.

Si angulus 50 graduum, videbitur objectum septies in speculis. Si angulus 40 grad. videbitur novies in speculis. Si angulus 36 graduum, apparebit objectum decies repetitum in speculis, & si angulus fuerit 30 graduum, videbitur undecies in speculis: & sic porro sæpius repetitum, quo specula angulum acutiorem inter se comprehenderint (1).

(1) Speciales qui hic recensentur casus, aliique innumeri sequenti theoremate continentur omnes, quod scilicet. *Si duo specula plana (Vid. fig. 18. Tab. Addit.) HY, & XZ junguntur sub angulo X, sitque oculus O intra angulum X constitutus, hic objecti A intra eundem angulum positi imaginem toties videt, quot catheti loca imaginum determinantes, & extra angulum ZXY terminate duci possunt.* Ducatur scil. ex A ad speculum XZ cathetus AB, quæ ad C producta habeat AB = AC; ex C ad speculum XY ducatur perpendicularis CD, quæ erit cathetus alter, eaque ad E usque producatur, donec DE ipsi DC sit æqualis; ex E ad speculum ZX sit perpendicularis, seu cathetus alter EF, quæ ad G usque producatur, donec EF ipsi FG sit æqualis; ex G similiter sit quarta cathetus GI, & ex I quinta IL, quæ demum intra angulum YXZ terminatur, positis scil. GH = HI & IK = KL. Videbuntur ab oculo O quatuor imagines in C, in E, in G, in I. Prima quidem imago videtur ab oculo O per radium TO a speculo XZ reflexum; secunda in E videtur per radium primo ex V ad R reflexum, tum ex R ad oculum O, tertia videtur in G per radium AK, ex K ad D reflexum, ex D ad S, ac demum ex S ad oculum O; ac demum quarta imago videtur in I per radium ex A in M, ex M ad N, ex N ad P, ex P ad Q, ac demum ex Q ad O; & in genere per tot reflexiones quælibet vide-

§. 1045. Si duo specula CB, ED (*Tab.* 8. *Fig.* 11.) fuerint sibi parallela, inter quæ objectum A ab una parte, oculus O ab altera, videbuntur series imaginum A in infinitum excurrentes.

Sit ducta recta KH perpendicularis ad utrumque speculum. Cape DF = AD, ducatur recta FMO, ut & AM; apparebit imago objecti A in F; nam est angulus AMD = EMO.

Capiatur AG duplo major, quam est distantia amborum speculorum, duc GPO, & BI = BA; tum PI; apparebit objectum A in G, ope repercussorum radiorum AN, NP, PO: nam in duobus Triangulis BNI, BNA, similibus & æqualibus, est angulus BNI = BNA; præterea DI = DG, nam est AG = 2 BA † 2 AD, hinc DG = 2 BA † AD, sed est DI = 2 AB † AD, ergo DG = DI; adeoque Triangulum IPD = DPG, & angulus IPD = DPG = OPE, quare OP est reflexus a PN, qui est etiam reflexus ab AN, unde imago videbitur in G.

Deinde sumatur FH æqualis duplæ distantiæ speculorum, ducatur recta HO, quæ secet ED in S, fiat BL = BF, erunt duo Triangula RBL, RBF æqualia & similia, unde angulus LRB = FRB. Est vero DL = DH, quia constat ex BL † BD, quibus est æqualis DH; hinc Triangulum LSD est = HSD & angulus LSD = HSD = OSE; quare radius OS est reflexus ab RS, hic reflexus ab RQ, qui iterum reflexus ab AQ, adeoque videbitur objectum A in H.

Pari

videtur imago, quot cathetis opus est, ut determinetur; quemadmodum vel ex ipsa schematis inspectione facile quisque ex se poterit demonstrare

Quod si ex A ad alterum speculum XY demittatur cathetus A*a*, factaque A*a*=*ab*, eodem, ut ante, modo, tot catheti ad utrumque speculum ducantur, quot extra angulum YXZ terminantur; videbuntur quoque oculo tot aliæ imagines, quot sunt ejusmodi catheti. Sed quo angulus YXZ fuerit acutior, eo majores numero ad utrumque speculum duci possunt catheti, quæ extra angulum terminantur; ergo quo idem angulus fuerit acutior, eo plures videri poterunt ejusdem objecti imagines. Plura hac de re specialia prosequitur Traber *in Nervo Opt. l.* 2. *c.* 4. & 5.; ac quisque per se experiri facile poterit, si duo specula plana ita aptari curet, ut instar libri ad arbitrium aperiri atque claudi possint.

Adnotari autem oportet in adducto schemate 18. *Tab. Addit.* aberratum esse ab hypothesi, idque corrigendum ponendo EF=GH, GH=HI, IK=KL, & OQ, QI, item OR, RE in directum positas esse;

Pari modo pergendum erit, tumque patet objectum A sæpius repetitum visum iri a spectatore O (1).

§. 1046. Ex huc usque traditis Polemoscopium, & aliæ Machinæ Catoptricæ intelliguntur, de quibus Dechales, Wolfius, Smith, aliique Authores egerunt, de hisce, cum opus est, consulendi. Polemoscopium sequens est; in tubo KNDM, (*Tab.* 8. *Fig.* 12. & 13.) aperto ad AK, oblique speculum AB ponitur, ipsique parallelum alterum speculum CD, in E est canalis perforatus, cui applicatur oculus; objecta igitur externa S radios vibrant in speculum AB ad F, qui sub æquali angulo ad P, & inde ad E, repercutiuntur; ita ut oculus hic positus objecta S videat. Simili utcunque modo Telescopium reflectens est compositum.

§. 1047. Si radii lucis AX, CK (*Tab.* 9. *Fig.* 1.), in speculum sphærico-convexum NKXP, paralleli ad axim ejus XB, incidant, hi reflexi a speculo divergent, formaturi focum imaginarium in E, quæ est media distantia inter centrum F speculi, & ejus superficiem KX.

Sint duo radii AX, CK sibi proximi, ex centro F, per punctum K incidentiæ, ducatur recta FKL, quæ erit cathetus (2); tum recta EKM, erit MK radius reflexus, si CK fuerit incidens. Nam est EF = EX ex hypothesi: sed est EK = EX, quia sunt radii sibi proximi, ergo EK = EF; hinc in Triangulo Isoscele angulus EKF = EFK, qui est æqualis CKL, ob parallelas CK, XF, & est MKL = EKF; ergo CKL = MKL.

§. 1048. Si radii divergentes EB, ED (*Tab.* 9. *Fig.* 2.), in speculum sphærico-convexum BD inciderint, erit focus imagiuarius in C, si capiatur AC, CB : : AE, EB.

Ex centro A per D, ducatur cathetus ADR, tum

 cen-

(1) Imago objecti A videtur in F, in G, in H &c. per radios ex speculo ED tandem ad oculum O reflexos. Sed videri quoque potest similis imaginum series in catheto AB per radios a speculo AH tandem ad oculum O reflexos. Utriusque autem seriei imagines remotiores proximioribus minus distinctæ minusque claræ sunt, quod scil. pro remotioribus videndis imaginibus plures occurrant reflexiones, quam pro propioribus; in singulis vero reflexionibus lumen debilius redditur.

(2) Est enim FK perpendicularis ad peripheriam NKP, cum per ejus centrum transeat. Dicitur FK *cathetus obliquationis*, ut distinguatur a *catheto incidentiæ*, quæ est normalis a puncto radiante ad reflectentem superficiem ducta; & a *catheto reflexionis*, quæ est perpendicularis a quocunque radii reflexi puncto ad eandem superficiem. Hæ tres catheti in sphæricis speculis, sive concavis, sive convexis concurrunt in ejus sphæræ centro, cujus superficiei specula partes sunt.

centro E, radio ED describatur arcus, secans cathetum in R, ducatur ER, per D ducatur CDN parallela ad ER, erit punctum C quæsitum: est enim, propter arcum BD parvum, CD = CB, & EB = ED; adeoque AC, CD :: AE, ER; sive AC, CB :: AE, EB. Est vero angulus EDR incidentiæ, cui est in Triangulo Isoscele angulus ERD æqualis, huic vero ob parallelas ER, DN, est æqualis RDN; adeoque radii incidentis ED, erit reflexus DN.

§. 1049. Quia est AE, EB :: AC, CB, (*Tab.* 9. *Fig.* 2.) erit componendo AE † EB, EB :: AB, CB; adeoque quo AE † EB ad EB, majorem rationem acquirit, eo etiam AB ad CB majorem rationem habebit. Quare radiante puncto E ad speculum accedente, etiam focus imaginarius C propius accedet. Et posito objecto in B, erit etiam imago in B, hoc est in superficie speculi.

Punctum C etiam invenitur hoc pacto: quia AE † EB, AB :: EB, CB; sit F focus radiorum parallelorum, capiendo terminorum primæ rationis dimidia, erit EF, FA :: BE, BC.

§. 1050. Si autem ex puncto objecti E (*Tab.* 9. *Fig.* 3.) in superficiem BDS, concipiamus plurimos illapsos radios, eosque reflexos, hi omnes retroducantur, formabunt intersectionibus suis curvam C, C, C, quam omnes hi retroducti tangunt: ab hac curva videbuntur oculo, extra speculum posito, radii procedere; adeoque imago objecti E, in hac curva apparebit.

Et moto objecto E circa speculum, movebitur eodem modo curva C, C, C, adeoque objectum semper erectum apparebit.

Quia vero objectum, quantum videri potest, videtur in portione hujus curvæ C, C, (*Tab.* 9. *Fig.* 4.) apparebit imminutum; veluti in hoc schemate, in quo EF objectum, ex puncto E emissi radii EB, EG cum intermediis, a speculo ad oculum DH, reflectuntur, qui retroducti videntur ex I provenire; & radii FM, FN cum intermediis a speculo ad oculum reflectuntur, ac retroducti videntur emanasse ex puncto L; quare totum objectum EF, in IL, propius speculo, imminutum, in situ erecto, & aliquantum difforme conspicitur (1).

§. 1051.

(1) Quod objectum speculo convexo spectatum imminutum apparere

§. 1051. Si fuerit ſpeculum ſphærico-concavum ZBDH, (*Tab. 9. Fig. 5.*) in quod radii paralleli AB, ED, parum a ſe diſtantes incidant, & quorum AB tranſit per centrum ſpeculi, hi reflexi in puncto C, medio inter centrum ſpeculi A, ejuſque ſuperficiem ZBD, concurrent.

Nam radius AB perpendiculariter illapſus in B, redit eadem via: ex centro ſpeculi A ducatur cathetus AD, erit radii ED angulus incidentiæ EDA, cui debet eſſe æqualis angulus reflexionis CDA. Quia BD arcus exiguus, erit CB = CD = CA: quare ACD eſt Triangulum Iſoſceles; cumque angulus CAD = EDA, erit CDA = EDA: ergo punctum C erit focus, vel concurſus radiorum.

Si autem radius GH magis ab axe AB diſtiterit, ductoque catheto AH, erit CH notabiliter major, quam CB; ergo angulus CHA minor, quam CAH; adeoque radio GH incidentes, non erit reflexus HC, ſed radium AB inter C & B ſecabit: quare hujuſmodi radii magis diſtantes ab axe AB, circellum formabunt ſupra planum, quod eſſet perpendiculare ad axim AB in C. Hic circellus vide-

---

re debeat, vel ex eo facile liquet, quod quemadmodum in ſpeculo plano, ita etiam in curvo quovis ſive convexo, ſive concavo, cujuſvis radiantis puncti imago videri debeat in concurſu I catheti incidentiæ & radii reflexi, uti ex ſuperius poſitis facile liquet, demonſtratumque Tacqueto, *Catoptricæ lib.* 1. *prop.* 22. Wolfio *Catoptricæ cap.* 3. *Theor.* 35. aliiſque. Sunt autem extremorum objecti punctorum E, F, catheti incidentiæ EC, FC, quæ ſcilicet ex iiſdem extremis objecti punctis ad centrum convexitatis C ducuntur; ſpatio igitur ipſis EC, FC comprehenſo contineri debet objecti imago, inter objectum ſcilicet EF, & convexitatis centrum C. Atqui id ſpatium coarctatur, anguſtiuſque fit verſus C; neceſſe igitur eſt, ut hoc ſpatio comprehenſa imago ſuo objecto minor appareat.

Spectari hic etiam oportet, quod cum puncti radiantis imago videri ſemper debeat in concurſu catheti incidentiæ cum ſuo radio reflexo, cumque contingere quandoque poſſit hic concurſus vel in ipſa ſpeculi ſuperficie, vel extra ſpeculum, objecti imaginem conſpici quandoque neceſſe eſt vel in ipſa ſpeculi ſuperficie, vel extra ſpeculum. Extra quidem ſpeculum videbitur objecti imago, cum angulus qui in centro ſpeculi fit a catheto incidentiæ, & catheto obliquationis, major fuerit duplo anguli incidentiæ ſeu anguli ex radio incidenti facti cum tangente ad id incidentiæ punctum ſpectante. Quod ſi anguli incidentiæ duplus fuerit, qui fit a cathetis incidentiæ & obliquationis, tum in ipſa ſpeculi ſuperficie objecti imago apparebit. Quod ſi denique idem angulus qui a cathetis fit duplo incidentiæ angulo minor fuerit, objecti imago intra ſpeculum ſemper videbitur. Hæc tantum indicaſſe nobis ſufficiat, quorum demonſtrationem videſis in Wolfii Catoptrica *cap.* 3. *Theor.* 41. 42. 43.

videtur omnino formari a radiis Solis in superficiem speculi illapsis, vocaturque focus (1).

§. 1052. Si in puncto C (*Tab.* 9. *Fig.* 5.), medio inter centrum speculi A, ejusque superficiem B ponatur radians, hujus lux in lineis parallelis DE, HG, reflectetur, propter æqualitatem inter angulos incidentiæ & reflexio-

(1) Radiorum itaque parallelorum vires per reflexionem a speculo concavo-sphærico valde intenduntur prope punctum C, circa quod iidem radii maxime condensantur: hinc haud mirum esse debet si inflammabilia quæque ibi accendantur, & liquabilia liquefiant. De Tschirnahusiani speculi omnium celebratissimi viribus ustoriis sequentia, quæ in Actis Eruditorum Lip. A. 1687. Mensis Jan. memorantur, admirationis plurimum habent. 1. *Admotum foco speculi lignum momento flammam concipit, quam ne ventus quidem valentior facile extinguat.* 2. *Aqua intra vasculum figulinum ei applicatum extemplo effervescit, ut ova injecta statim fiant edulia; retento ibidem parumper vasculo, aqua omnis evaporat.* 3. *Massa stanni, plumbive, tres pollices crassa, simul ac foco admovetur, guttatim liquescere, pauloque ibi detenta continuo fluere incipit, donec spatio 2 aut 3 minutorum plane perterebretur.* 4. *Lamina ferrea aut Chalybea Foco admota, in aversa a Speculo superficie, qua parte focum contingit, illico candescere conspicitur, pauloque post in foramina dehiscit; quorum tria intra sex minuta horaria laminæ ingesta.* 5. *Cuprum, Argentum &c. foco admoto colliquescunt.* 6. *Quæ liquefactioni obnoxia non sunt, ut lapides, lateres &c. brevi instar ferri igniti candescunt.* 7. *Ardosia e vestigio candescit, & intra pauca minuta in vitrum nigrum non inelegans transmutatur; cujus si pars aliqua candescens forcipula prehensa detrahatur, in fila vitrea simul diducitur.* 8. *Tegulæ intensissimum ignis æstum alias perpessæ exigui temporis lapsu in vitrum flavum deliquescunt: quemadmodum &* 9. *testæ ex ollis non solum probe percoctis, sed multo etiam ignis admoti usu duratis, in vitrum nigro-flavum.* 10. *Pumex montium, ut vocant, in officinis ignivomorum ustus solari hoc igne in vitrum candidum & pellucidum funditur.* 11. *Crucibuli solidissimi pars foco exposita intra 8 minuta in vitrum conflata est.* 12. *Ossa in vitrum aliquod opacum, & gleba ex terra excisa in flavum, aut subinde nigrum mutatur.*

Archimedis & Procli specula maxime veteribus celebrantur, quod scilicet Archimedes Romanorum classes prope Syracusas, ejusmodi ustoriis speculis combusserit, Proclus vero Vitaliani naves prope Byzantium. At quin reapse id sphæricis ustoriis speculis præstitum fuerit non leve est Viris Cl. dubium: ejusmodi enim speculorum focus quarta diametri parte ab ipso speculo distat; cumque observante Kirchero Syracusas transeunte, Romanorum naves ad distantiam 30 passuum combustæ ab Archimede fuerint, necesse omnino est, ut ejus speculi diameter 120. passus ad minimum habuerit; quod sane ulla humana arte laborari posse non facile crediderim. Accedit eodem quod intelligi nulla ratione possit, qui Romanorum classes ad ejusmodi speculi focum, seu inter speculum & Solem mediæ esse potuerint. Qua vero ratione navium combustionem vel Archimedes, vel Proclus parabolicorum speculorum medio obtinere potuerit a nobis declaratum est in Schol. 2 cap. 2. Sect. Conic., quas ad calcem Elementorum Geometriæ P. Tacquet nuper hic cusorum, adjecimus.

flexionis. Hinc usus horum speculorum est magnus ad lucem in longissimum intervallum projiciendam (1).

§. 1053. Si objectum radians in centro A speculi ponatur, omnes radii in speculum illabuntur perpendiculariter, adeoque ad centrum A redibunt; proinde si oculus fuerit in A positus, omnes radios, a quolibet sui puncto emissos, recipiet; adeoque confuse imaginem sui per totum speculum diffusam videbit.

§. 1054. Si objectum E (*Tab. 9. Fig. 6.*) radians ponatur ultra speculi centrum A, & in speculum radii divergentes EB, ED, sibi propinqui incidant, erit concursus radiorum in C, & distantia ejus CB a speculo, ad CA, distantiam ab hujus centro, veluti est BE, distantia objecti a speculo, ad EA, distantiam objecti a centro.

Cum BD sit arcus exiguus, erit EB = ED, & CB = CD, quia autem ponitur CB, CA :: BE, EA; erit CD, CA :: ED, EA, sive CD, ED :: CA, EA, adeoque per 2. l. 6. Elem. erit angulus CDA = EDA. Sed EDA est angulus incidentiæ, adeoque CDA erit reflexionis.

Quia BE, EA :: CB, CA, erit componendo BE + EA, EA :: CB + CA, CA, permutando BE + EA, AB :: EA, CA; & prioris rationis capiendo partes dimidias, (posito I foco radiorum parallelorum) erit EI, BI :: EA, AC. Est hæc regula eadem ac in §. 1049. data fuit, & hinc universalis.

Quare punctum C erit focus radiorum emanantium ex E, in hoc foco positus oculus pari modo objectum, ac in §. 1053. videt.

Ex hoc foco C radii exeunt divergentes, veluti CG, CH; quamobrem oculus positus in GH, objectum E, quasi in C, & inversum videbit.

Si autem objectum radians fuerit positum in C, radii ejus a speculo reflexi concurrent in E, quare ibidem in Aere objectum repræsentabitur, quod ab oculo, ultra E posito, videbitur in E, & inversum.

§. 1055.

(1) Verum id est de radiis, qui in puncta speculi ZBH incidunt, non multum a puncto B remota, itaut radii incidentes veluti CB, CD pro æqualibus haberi possint: finge enim punctum H paulo a B remotius, jam erit CH major CB seu CA, adeoque angulus incidentiæ CHA minor angulo CAH, seu ducta HG ipsi BA parallela, minor angulo AHG; igitur radius reflexus non per EG incedet, sed ad AB paulo inclinatus.

§. 1055. Si objectum E (*Tab. 9. Fig. 7.*) intra quartam partem diametri sphæræ ponatur, e qua formatum est speculum, erit distantia CB foci imaginarii a speculo, ad distantiam CA hujus foci a centro speculi, uti distantia BE objecti a speculo, ad distantiam EA objecti a centro speculi.

Radius ED incidat, ducatur cathetus AD, & ER parallela ad CDN: erit propter BD, arcum exiguum, EB = ED, & CB = CD.

In duobus Triangulis AER, ACD similibus, est AE, ER : : AC, CD. Supponantur posita AE, EB : : AC, CB; quia CB = CD, erit AE : EB : : AE : ER ; ergo EB = ER = ED, hinc ERD est Triangulum Isosceles. Est vero angulus ERD = ADN; ergo angulus EDR incidentiæ = ADN reflexionis, & punctum C est focus imaginarius.

Quia CB, CA : : BE, EA, erit componendo CB † CA, CA : : BE † EA, EA, & permutando CB † CA, BE † EA : : CA, EA, & capiendo prioris rationis dimidium, (posito foco radiorum parallelorum in I) erit CI, IA : : CA, EA.

§. 1056. Si objectum EF (*Tab. 9. Fig. 8.*) in loco §. 1055. a speculo AC ponatur, atque oculus in eadem, minori, majorive distantia a speculo fuerit, hic objectum EF in loco determinato in §. 1055. semper videbit, sive post speculum in HM, amplificatum, erectumque. Ductis enim ex centro speculi P rectis, objectum EF stringentibus, ad locum inventum post speculum, uti PEH, PEM, eadem imago HM ope radiorum EBD, EBH; FOD, FCH, spectabitur (1).

Omnia

(1) Amplificatum quidem in ejusmodi speculo videri debet objectum; ejus enim extrema puncta veluti E, F cum videri oporteat in H & M, ubi scil. radii reflexi BH, CH, cum cathetis PH, PM concurrunt, sintque ejusmodi puncta H & M a centro P remotiora, quam ipsa objecti extrema E, F, omnino consequitur ut ipsa objecti imago HM suo objecto EF major appareat.

Sed contingere quandoque potest, ut radii reflexi retroducti nunquam cum suis cathetis incidentiæ concurrant. Veluti si objectum fuerit AB (*Vid. fig. 19. Tab. Addit.*) a speculo KPL remotius, quam ejus centrum C, idque intueatur oculus O inter centrum C & ipsum speculum positus. Radii ab extremis objecti punctis A & B ad speculum incidentes, & tum reflexi, sunt AGO, BPO; sed GO, OP retroacti nunquam cum cathetis AL, BK concurrunt. Nil ergo hoc in casu datur, præter merum præjudicium, quo oculus imaginis distantiam sentiat, eodemque modo afficitur, ac si radii ex infinita distantia ad oculum venissent.

Omnia phænomena, quæ hujusmodi speculum spectanda præbet, commemorare & demonstrare, instituti ratio non permittit. Fuerunt hæc specula antiquis nota, uti patet ex Seneca (*a*).

§. 1057. Speculum cylindrico-convexum concipi potest constare ex portionibus circulorum æqualium, sibi in directum impositis, ita ut recta omnium centra jungat: quamobrem ejus sectio perpendicularis ad axim, a sectione sphæræ, transeunte per centrum, non differet: proinde hic nonnulla, quæ de speculo sphærico-convexo tradidimus, convenient; sive hac ratione objecta minora, post speculum, & erecta, apparebunt. Verum quatenus sectio Cylindri parallela est ad axim, est veluti sectio plani speculi; quamobrem phænomena speculi cylindrici erunt hac ratione etiam consideranda: Objecta proinde, ratione priori, imminuta, sive contracta apparebunt, non ratione posteriori; atque in aliis locis post speculum, hinc magis difformia videbuntur.

Possunt tamen imagines difformes depingi, quæ ope speculi hujus inspectæ, iterum apparebunt regulares: Quomodo autem hæ depingendæ sunt, optime tradidit Author Anonymus Gallus (*b*), qui ex professo plurima speculorum genera explicuit.

§. 1058. Speculum cylindrico concavum potest considerari, ut compositum ex meris æqualibus circulis, sibi impositis; adeoque phænomena similia exhibebit, ac de speculo sphærico concavo memoravimus; in eo nempe objecta amplificata, erecta, inversa, atque in variis locis videbuntur. Quatenus autem ejus sectio altero modo foret recta, veluti speculi plani, erunt hac ratione phænomena, uti a speculo plano: quamobrem objectorum admodum difformes imagines conspicientur.

§. 1059. Imprimis admiranda phænomena exhibent specula Pyramidalia & Conica, evolventia quasi intricatissimas & difformes imagines. Sit ejusmodi speculum ABC, (*Tab.* 9. *Fig.* 9.) objectum difforme undique id ambiens, veluti pars repræsentatur in CG, & oculus in O; adeoque radius a puncto objecti D emanans, reflexus a speculo in P, fertur ad O, atque ex I videtur provenire: ita radius puncti E, reflexus a speculi puncto S ad O, videtur in *k*: radius

(a) *Quæst. Nat. Lib.* 1. *cap.* 16. (b) *La perspective prati par un religieux de la Compagnie de Jesus.*

dius FV rediens a ſpeculo videtur in *m*: & radius GB in *n*. Adeoque exteriora objecti videbuntur imaginis interiores partes conſtituere, & interiora objecti imaginis extrema efficient.

§. 1060. Ope ſpeculi pyramidalis poſiti in quadrato X, (*Tab.* 9. *Fig.* 10.) partes objecti, pictæ in Triangulis A, B, C, D, a ſe ſeparatæ, in continuam imaginem cohærere videntur.

§. 1061. Nec minus ſtupenda ſunt, quæ ſpeculum priſmaticum ABCDE (*Tab.* 9. *Fig.* 11.) exhibet. Cum enim objecti partes diſciſſæ inter SARB, tum MBLC, NCOD, QEPD habeantur, videntur hæ oculo, poſito in F, objecti imaginem integram conſtituere.

§. 1062. Ex doctrina præmiſſa facile Machinæ diverſæ, partim Dioptricæ, partim Catoptricæ intelliguntur, inter quas eſt *Camera obſcura portatilis*. Sit enim AB (*Tab.* 9. *Fig.* 12.) objectum, & CD lens convexa ſphærica, radii ab objecto AB in Lentem emiſſi, refractique, coeunt in GE, imaginem pingentes; quamobrem ſi ibi planum aliquod, veluti charta, aut ſpeculum vitreum ſemipolitum ab una parte, politum ab altera fuerit, apparebit ſpectatori S, objectum ſupra EG depictum, ſed inverſe. Cum autem objectum malumus videre erectum, ponatur ſpeculum HK planum ſub angulo ſemirecto ad baſim Machinæ; hoc radios per lentem traufmiſſos reflectet, ut imago objecti pingatur in NM; quare vitrum ſemipolitum hic poſitum, imaginem excipiet, quæ a ſpectatore P videbitur erecta.

§. 1063. Jucundiſſima quoque ſpectacula repræſentat *Lanterna Megalographica*, ab aliis *Lucerna Magica* appellata, a Kirchero inventa & deſcripta, ab aliis deinde emendata: in qua C (*Tab.* 10. *Fig.* 1. 4. 5. 6. 7. 8.) flamma candelæ vel lampadis, radians fere in centro ſpeculi ſphærico-concavi AB, hoc lucem ad lentem DD repercutit, quæ idcirco lucem ex anteriori & poſteriori facie flammæ recipit, eamque refringendo diſponit, ut omnis in imaginem ſuper vitro pictam EE, quam repræſentare animus eſt, cadat. Lux ex quolibet puncto imaginis EE emiſſa divergens, illapſaque in lentem convexam GG, refringitur, ut evadat convergens, ita illapſa in alteram lentem HH, ab hujus refractione redditur magis convergens; cumque radii ſe interſecant in L & K, imago ſupra album planum KL inverſa, & admodum amplificata pingitur.

Loro

Loco flammæ C optimo cum successu Kircherus Sole usus fuit, nec tum lens D D est necessaria; & quia non semper radios a Sole directe emissos in picturam E E quocunque diei tempore excipere licet, loco DD ponitur charta, Oleo Terebinthinæ uncta, per quam radii Solis transmissi, picturam EE æquabiliter illuminant.

§. 1064. In superioribus §. 1023. Telescopii Catadioptrici Nevvtoniani mentionem feci: id parum a Nob. Hadleyo emendatum, præstantissimum est inventum, cum exiguæ sit longitudinis, & remotissima objecta repræsentet maxima, distinctissima, clarissima, ita ut id, quod pedem longum, idem ac Dioptricum 12 vel 14 pedum efficiat; imo quod sex vel septem pedum est, non minus, quam dioptricum 100 pedum præstet. Est ABCD (*Tab.* 10 *Fig.* 2. 3.) tubus amplus, in cujus fundo BC speculum Metallicum sphærico-concavum GH ponitur, radii ab objecto remoto P R emissi, E G, F H sese alicubi intersecant, adeo ut EG, *eg*, a parte inferiori objecti, & *f h*, F H a parte superiori objecti adveniant: hi ingressi tubum, a parte anteriori patulum, & illapsi in speculum GH, repercutiuntur convergentes, , concursurique in *m n*, imaginem hic depicturi; sed antequam hoc efficiant, dimittuntur in KK exiguum metallicum planum speculum, a quo repercutiuntur ad foramen laterale L, sese intersecantes in *q* S, ibique imaginem *q* S pingentes. Ponitur vero in foramine L lens sphærico-convexa, cujus focus est in S; hæc radios refringit, ut qui ab uno puncto objecti emanaverint, paralleli evadant, qui autem ab extremis objecti punctis emissi sunt, ad se convergentes ingrediantur oculum O, qui imaginem S *q*, tanquam objectum, per Microscopium L contemplatur: quamobrem objectum amplificatum, inversum, clarissimum, distinctissimumque apparebit. Amplificatum autem videtur respectu simplicis conspectus, veluti est longitudo foci speculi, ad longitudinem foci Lentis, sive uti A I ad I L. (*Tab.* 10. *Fig.* 9.)

§. 1065. De Telescopiis Catadioptricis egit quoque Jacobus Gregorius, atque in Optica promota ad Propos. 59. addidit Epilogum, in quo tractans de Telescopiis triplicis generis, Dioptricis, Catoptricis, & Catadioptricis, de his inquit: *Hoc tertium genus aureum nulla habet incommoda, & omnes priorum generum proprietates habere potest, si lentes & specula rite disponantur*: fatetur tamen Auctor, ir-

tito,

rito successu hæc Telescopia tentata fuisse, sed Cl. Hadlejus Anno 1726. ea levi mutatione perfecit: Est TYMZSSNYT (*Tab.* 11. *Fig.* 1.) canalis, in quo speculum metallicum sphærico-concavum $LldD$, ad X perforatum ponitur: anterius in EF est speculum sphærico-concavum minus, brachio mobili RT affixum: sit objectum remotum AB, e cujus supremo A radii cd, CD emanant, veluti e parte B radii il, I L. Hi antequam ingrediantur canalem, se secant: radii illapsi in speculum L D concurrunt in foco K H, hic imaginem inversam pingentes; ulterius procurrunt, inciduntque in speculum E F, cujus focus foret in f; ab hoc repercussi concurrerent prope SS, alteram imaginem picturi erectam; sed ponitur Lens M N, refractione efficiens, ut citius coeant in P V, ibidemque imaginem exhibeant, quæ per Meniscum SS in O (*Tab.* 11. *Fig.* 11.) spectatur amplificata & erecta: magnitudo objecti per Telescopium visa est ad eam nudo oculo apparentem, uti angulus TOS, ad angulum bCA. Externum apparatum hujus Telescopii exhibet Tab. 11. Fig. 2. (1).

Ita pauca, & quæ fundamenta prima Opticæ sunt, delibavimus: præstantiora & magis sublimia inveniri possunt apud Dechales in mundo Mathematico, Barrovium in Lectionibus Opticis, Hugenium in operibus posthumis, Jacobum Gregorium in Optica promota, Davidem Gregorium in Elementis Dioptricæ & Catoptricæ, Molyneux in Dioptrica nova, Newtonum in Lectionibus Opticis, & in Optica: sed imprimis apud R. Smith, in Compleat systhem os Optiks, qui palmam omnibus eripuit.

CAP. XXXVI.
De Aere.

§. 1066. Terrarum orbem undique circumfundit Aer, fluidus, invisibilis, intactilis, pellucidus, elasticus, sonorus. Antiquis *Spiritus* appellatus propter subtilitatem, quamvis sit corporeus. Terram hac anima-

(1) Eidem Newtono acceptum quoque referri debet Microscopium reflectens seu catodioptricum, cujus specimen traditum est in Philosophicis Transactionibus n. 80. Id vero est hujusmodi. Prope focum speculi concavi A B collocetur exiguum objectum C (*Vid. fig.* 20. *Tab. Addit.*) itaut ejus imago objecto major formetur in D. Jungatur speculo lenticula utrinque convexa EF, ut imago D sit in ejus foco. Videbit oculus imaginem inversam, multo majorem, atque distincte; ideoque objectum magis auctum apparebit, quam per lenticulam solam.

animabili ſpirabilique natura circumfuſam eſſe patet, quia ubicunque homines fuerunt, Aerem inſpirarunt & reddiderunt, in eo ſuſpenſas obſervarunt nubes, tum mare, per ſe languidum & jacens, ab eodem incitari, reſiſtere quoque ipſum corporibus quibuſcunque motis. Quæ omnia præſtare non poſſet, niſi Aer corpus foret.

§. 1067. Omnis Aer Terram amplexus, ſimul cum univerſis in ipſo natantibus corporibus, *Atmoſphæra Terreſtris* vocatur.

§. 1068. Quæ componitur ex Vaporibus, Exhalationibus, ſive partibus ſubtiliſſimis, volatilibus, omnium corporum terreſtrium, æque Firmorum, ac Fluidorum, ut & ex igne, ſive Solis, Aſtrorum, incenſorum terreſtrium corporum, ſive ſubterraneo ſurſum erumpente & adſcendente.

§. 1069. Id tamen, quod proprie Aer eſt, eſt Fluidum ſui generis, a vaporibus & exhalationibus diſtinctum, & cognoſcendum ex propriis characteribus, etiamſi nunc cunctorum terreſtrium corporum particulis inquinatum ſit. Nam 1. Aer metallicis vitreiſve vaſis incluſus idem & immutatus ſemper perſtat: ita autem vapores, comparati non ſunt, quia ſimulac hi frigent, elaſticitatem perdunt, ad latera vaſorum applicantur, defluunt, in maſſam redeunt, ita ut vaſa, quæ antea hoc elaſtico vapore pleniſſima fuerant, deprehendantur deinde quaſi vacua. Exhalationes quoque reliquorum corporum ſucceſſu temporis quaſi pereunt, cum partes, amiſſa elaſticitate, conjunguntur, fluidamque conſtituunt maſſam, veluti pluribus experimentis Boyleanis (a), in Aere factitio ex uvis, paſta farinæ, carnibus, aliiſque rebus, tum & ex Haleſianis nonnullis (b) conſtitit.

2. In pabulis ignem terreſtrem conſervandi Aer facultatem habet: contra Vapores & Exhalationes ignem citiſſime extinguunt, flammam vividiſſimam, tum fulgorem prunarum, ut & ferri candentis ſuffocant, veluti præſtantiſſimus Halleyus obſervavit, & in Aere generato ex Antimonio & affuſo Spiritu Nitri, Cl. Haleſius (c). Hinc in antro Italiæ Canino, & in lapicidina Pyrmontana faces ardentes prope ſolum, etiamſi id ſpiritus ſulphureos expiret, detentæ, extemplo extinguuntur,

(a) *Continuat. Exp. Phyſ.* (b) *Vegetable Statiks Exper.* 83. & *in Hæmaſtic. Append. Exper.* 2.

(c) *Hæmaſtatic. Append. Exp.* 2. *pag.* 215.

notante Missono (a) & Seippione (b). Vinum fermentans gas Sylvestre ex dolii gula ejaculatum, ardentem extinguet candelam (c).

3. Aer ab Animalibus inspiratus est productæ vitæ & sanitatis quasi causa, cum in vacuo fere omnia animalia illico pereunt: Sed respirationi & vitæ animalium admodum noxii sunt quilibet vapores atque exhalationes, ut hosce non homini ducere, non feræ tutum sit; imo illis vix venenum magis lethiferum datur. Id de Sulphuris incensi exhalationibus liquido constat, hinc in antro Canino & lapicidina pyrmontana, tum in puteo effosso in Insula Vecti (d), Spiritus Sulphureus, qui ex Solo exhalatur, caussa est, ut de animalibus cito actum sit: interimunt animalia illico (e) candefacti aeris exhalationes, ut & illæ, quas carbones lignei ardentes, prunæ cospitum Hollandicorum, Spiritus Vini ardens, Oleum Terebinthinæ incensum (f), Lignum Quernum viride ardens exspirant, idemque facit Vini aut Cerevisæ fermentantis vapor (g); quoties non sunt lethales fossoribus in cryptis novæ erumpentes exhalationes? aut in antiquis puteis Aer diu stagnantibus vaporibus inquinatus.

4. Est Aeris intensio sive elasticitas in determinata & constanti proportione, nempe ut densitas, occupatque spatia, quæ sunt in ratione inversa ponderum comprimentium; sed Vapores & exhalationes, paucis exceptis, ita se non habent; observavi enim Vapores elasticos ex pasta, a vi duplo majori comprimente, fuisse in spatium quadruplo minus redactos: in Aqua Cl. s' Gravesandius bullam conspexit, quæ, elasticitate Aeris tantum trecenties imminuta, in volumen 15000. majus expansa erat (h). Fateor tamen Exhalationes elasticas constantes, & ejusdem condensabilitatis cum Aere dari, quales sex annorum spatio a se conservatas, & æqualis cum Aere elasticitatis Cl. Halesius descripsit (i). Verum ejusmodi exhalationes sunt rariores.

5. Si

(a) *Itinerar. Italico* (b) *Philosop. Trans. N.* 448.
(c) *Neuman de Vino p.* 365. (d) *Philosof. Trans. N.* 450.
(e) *Hauksbee Physic. Mechan. Exp. Append. Exp.* XI.
(f) *Hales Vegetable Statiks p.* 170.
(g) *Camerarius in Epist. Taur. p.* 31. *Neuman de Cerevis. p.* 280. (h) *Instit. Philos.* §. 655.
(i) *Hæmastatic. Append. p.* 310.

5. Si quoque Aer non esset aliquod Fluidum, diversum ab exhalationibus & vaporibus, cur manet, postquam tonuit & pluit? tum enim incenduntur exhalationes, quæ simul cum vaporibus in Terram sub forma pluviæ decidunt; sed observatur Aer modo purificatus, postquam pluit; adeoque est Aer aliquid ab exhalatis corporibus distinctum, post creatum a Deo simul cum Terra, quod illico esse potuit suo pondere, & reliquis proprietatibus causa vegetationis Plantarum, ut & Animalium vitæ, simulac creabantur. Aer igitur ex aqua, in vaporem conversa, non progignitur, secundum Philosophorum nonnullorum opinionem (a).

§. 1070. Aer in aliqua notabili copia collectus, huc usque observatus fuit semper mansisse fluidus; neque diuturna mora in vasis; neque intenso frigore naturali in locis Boreis; nec summo artificiali frigore ope Spiritus Nitri & Glaciei; neque compressionibus in massam firmam reduci potuit. Est ejus fluiditas magna, quia particulæ sunt admodum raræ, sphæricæ, mobilissimæ, parum ponderosæ, nec se magna vi trahunt; adeoque facile a se removeri possunt.

§. 1071. Non exiguam Aer gravitatem possidet, nec sibi libere commissus a centro Terræ unquam recedit, quemadmodum levia, ex Principio levitatis, ab Aristotelicis agi dicebantur: ipse Aristoteles Aeri pondus adscripserat (1); quod Galilæus incepit probare, confirmavit Torricellius, & Mersennus, nunc vero plurimis experimentis demonstratur. 1. Si ex recipiente Aer auferatur, in id, superiori parte apertum, illico Aer ruit, per aperturam descendit, vas implet: si Aer levis foret, descensus hic contingere non posset.

2. Aer vi ingenti corpora, quibus incumbit, deprimit; ideo si orbis vitreus vel plumbeus planus, tenuis, imponatur recipienti, ex quo Aer exantliatur; a pondere incumbentis Aeris in recipiens premitur, frangiturque.

H 2 3. Va-

(a) *Cic. de Nat. Deor. Seneca Qu. Nat. Vossius de Motu Maris Cap. 20.*

(1) Scilicet l. 4. de Cælo cap. 4. ubi hæc habet ὅτι ἐν τῇ χώρᾳ πάντα βάρος ἔχει πλὴν πυρὸς, & ὁ ἀὴρ, hoc est, *in suo loco omnia* (Elementa) *pondus habent, excepto igne, etiam aer*: aeris vero pondus ex eo constare adfirmat ὅτι ἕλκει πλεῖον ὁ πεφυσημένος ἀσκὸς τοῦ κένου, scilicet, *quod inflatus uter plus trahat* (bilanceem) *quam vacuus*.

3. Vasa sphærica vel fornicata, tabulæ Antliæ Pneumaticæ imposita, educto interno Aere, ad tabulam ab extrinsecus incumbentis Aeris pondere apprimuntur.

4. Hemisphæria cuprea, cava, sibi imposita, orbata interno Aere, ad se ab externo valde apprimuntur, ita ut nonnisi vi magna divelli queant.

5. Verum quam clarissime, Aerem esse gravem demonstramus, ejus pondus ad stateram exhibendo: ponderetur enim phiala Aeris plena, hæc Aere vacua multo est levior; admisso Aere, gravior iterum deprehenditur (1). Attamen oriri posset suspicio, an non omne pondus Aeris ab admixtis vaporibus & exhalationibus pendeat (2)? ponderis partem ab iis pendere est quam certissimum; si enim tempestate humida Aer per siccissimos cineres clavellatos in vas vacuum, sed prius una cum Aere ponderatum, transeat, nequidem pondus dimidium habet, quod Aer ante eductus: verum cælo sudo si id fiat experimentum, ejusdem ponderis est Aer, qui per Salem Alcalinum transiit, ac qui ante eductus erat. Si autem Aer purus gravis non foret, quomodo in ipso nubes natare aut suspensæ hærere possent? hæ quippe graves, a nullo sustentatæ pondere, deorsum ruerent.

§. 1072. Gravitas Aeris specifica comparata cum Aqua, obser-

(1) Quod si ope syringis in phiala aer comprimatur, quemadmodum a Galilæo factum, multo gravior illa ad stateram deprehendetur, ejusque pondus pro majori intromissi, compressique aeris quantitate, auctum semper observabitur; quod non exiguam argumento vim addit.

(2) Clarissimi Boerhaavii hæc est suspicio, puro scilicet aeri, seu etherogeneis omnibus particulis defæcato pondus inesse nullum. En ejus verba *Chæm. part. 2. de Aere*: *Si ergo ex data portione aeris foret separatum quam accuratissime omne illud vere ponderosum, quod demonstratum fuit naturaliter in eo esse ex omni corporum genere, quantum putabitis superesse ponderis in illa mole aeris pro parte ejusdem vere elastica? utique perspicitis, nisi valde erro, illud futurum quam minimum. Si conjecturæ locus ex tot experimentis, forte nullum erit .... quare cogitavi sæpe, numquid Deus ignem & aera pure elasticum ambo creaverit non gravia, ad nullum certum punctum tendentia, sed per totum universum cunctaque mundi systemata æquabiliter distributa*. At præter quam, uti nostro Auctori est observatum, intelligi nullo modo posset, qui in ejusmodi medio omni gravitate destituto, vapores, ceteraque innumera gravium corpusculorum genera, sustineri valeant; nullum est Viro Clarissimo argumentum, quo ab universali corporum gravitate aerem & ignem excepta esse probet. Potior quidem Atmosphæræ ponderis pars admixtis in ea variis corpusculis debetur; at non omnis, aliquam puro aeri etiam concedendam universalis naturæ lex clamat.

observata fuit nonnunquam uti 1. ad 800. Non tamen est hoc constantis veritatis, quippe quotidie Aeris pondus mutatur, pro diversa puritate, densitate, & calore: videtur in Europæ nonnullis locis comprehendi pondus specificum respectu aquæ intra limites, qui sunt uti 1. ad 606. & inde usque ad 1000. (1).

§. 1073. Quantum Atmosphæra in subjecta corpora ponderet, explorari potest ope tubi vitrei, a superiori parte clausi, ab inferiore aperti, impleti Mercurio: qui in eo aliquando ad altitudinem 29. pollicum Rhenol. suspenditur: hic suo pondere est in æquilibrio cum pondere Atmosphæræ. Quia Aqua est circiter 14. levior Mercurio, posset Aqua cum eo in tubo, vel cum Atmosphæra ad altitudinem $33 \frac{5}{6}$ pedum Rhenol. in æquilibrio hærere (2). Idcirco premit Atmosphæra suo pondere corpora ad superficiem Terræ, ac si Aqua ad altitudinem $33 \frac{5}{6}$ pedum iis superfusa

(1) Pluribus sane experimentis, quæ inter aeris & aquæ pondera intercedit proportio, detegi facile potest; de quibus videsis Carolum Renaldinum *de resolut. & compos. Math.* p. 178. 179. Id vero magis obvium est, quod fit ope vasis cujuspiam vitrei, aut metallici, ex quo commode educi aer possit. Hujusmodi enim vasis pondus ad bilancem exactam primum exploretur, cum scil. aere ejusmodi cum ambiente externo densitatis repletur. Tum educto aere, denuo pondus ad bilancem expendatur. Id inventum a priori pondere subducatur; quod enim reliquum est, educti aeris pondus indicabit. Qua quidem ratione primum Otto de Guericke (*Experim. de Vacuo l.* 3. c. 21.) deprehendit pondus aeris ad aquæ ejusdem voluminis pondus esse, ut 1. ad 970., Boylius *in experim. nov. physico-mechan.*, ut 1. ad 938.; ac demum Hallejus, ut 1. ad 800.

(2) Sunt enim mercurii & aquæ in tubis æquilibratorum altitudines inverse ut eorum densitates (*Vid. adnotat. ad* §. 612.); atque adeo ut 1. ad 14., ita altitudo 29. pollicum mercurii, ad altitudinem aquæ, quæ cum ea mercurii quantitate æquilibratur, quæ idcirco per regulam auream prodit 406. pollic. seu pedum $33 \frac{5}{6}$. Reapse aquam ad altitudinem 33. pedum in antliis tractoriis elevari, nec porro ulterius ascendere omnium primus olitor Florentinus fortuito deprehendit. Hic rei novitate excitatus ad Galilæum Galilæi venisse dicitur rem novam miramque ei narraturus. Veram tamen phænomeni causam haud tum intellexit Galilæus, sed Torricellius ejus discipulus omnium primus conjecit eam definitam aquæ altitudinem in antliis a limitato Atmosphæræ pondere oriri posse, quod tandem pro certo penitus habuit, cum in tubis mercurium ad altitudinem 29 pollicum suspendi observavit.

fusa incumberet; quod a Pascalio & Boyleo experimentis fuit confirmatum (1).

§. 1074. Quoniam Aer est fluidus, premit secundum omnes directiones viribus æqualibus; adeoque tantopere sursum, quam deorsum, prorsum & antrorsum, ac oblique, idcirco corpora, utcunque tenera, quæ ab Aere ambiuntur, ab omni parte æqualiter pressa, non destruuntur: lateralem vero Aeris pressionem perpendiculari æquivalere, patet in experimento Mariotti; nam phiala C D, (*Tab.* 11. *Fig.* 3.) aquæ plena, perforata in B, recipiens tubum EF utrimque apertum, retinet Aquam in tubo ab A, ad eandem cum foramine B altitudinem, adeoque Aer premens directione E A deorsum, non operatur vehementius, quam qui lateraliter foramini B accumbit.

§. 1075. Tubus impletus Mercurio, atque in æquilibrio cum pondere Atmosphæræ, in laudem inventoris Torricellii, qui hoc Instrumentum anno 1643. invenit, appellatus est *Tubus Torricellianus*, ab aliis *Baroscopium* & *Barometrum*: quod non exigua causa promotæ elapso seculo Physicæ fuit. Quoniam inter supremum tubi fornicem & Mercurium spatium Aere crassiori vacuum relinquitur, desiderio agebantur Philosophi explorandi, quid corporibus, in hoc vacuo positis, contingeret? admiranda in eo observata phænomena, & difficultas illud conficiendi, originem alteri Machinæ, Antliæ nempe Pneumaticæ dederunt, cujus ope facilius Aer ex quibuscumque recipientibus exhauriri potest.

§. 1076. Suspendi vero Mercurium in tubo Torricelliano a pondere incumbentis Atmosphæræ probatur, quia si tubus longiori recipienti includitur; Aere educto, ex tubo Mercurius subsidet, qui, Aere iterum admisso, ad priorem assurgit altitudinem.

§. 1077. Posito tubo Torricelliano per aliquod temporis intervallum in eodem loco, observantur Mercurii diversæ altitudines, quarum discrimen majus est, quam a rarefa-

(1) Pedem cubicum aquæ 64. librarum pondus continere deprehensum est: igitur 33. pedes cubici aquæ pondus dabunt libr. 33. in 64. Præterea ponitur telluris superficies quadratos pedes continere 5547800000000000; si ergo toti huic superficiei aquam incumbere supponamus ad 33. pedum altitudinem, erit integrum hujus aquæ pondus, atque adeo totius Atmosphæræ lib. 5547800000000000. in 33. in 64. seu lib. 11716953600000000000.

refactione caloris Atmosphærici oriri posset; id Torricellius Anno 1645 vel 1646 primus observavit. Altitudo minima & maxima in Belgio observata, fuit 27 poll., 2 lin. & 30 poll. Rhenol. limites ideo quam proxime erunt 3 poll. Interim certissimum erit, Mercurium altius assurgere in tubum, cum ille, qui in vasculo stagnat, plus premitur quam ante: descensurum ex tubo Mercurium, si minus prematur: & quoniam discrimen altitudinum in tubo est 3 pollicum, erit hoc respectu totius pressionis, & quidem maximæ, quæ æquivalet 30 pollicibus, $\frac{1}{10}$ pars, nam est 1, 10 :: 3, 30.

§. 1078. Lubet breviter recensere, a quibusnam causis nunc plus, nunc minus Mercurius prematur. Plus premetur, cum Atmosphæra fit gravior; quod contingit ab hisce causis. 1. Cum supra regionem plus Aeris a Ventis, opposita directione flantibus, & Aerem ad locum intermedium pellentibus & cogentibus, accumulatur, qui ideo assurgens, Atmosphæram altiorem faciet. Videntur Venti esse primaria causa mutationum in Atmosphæra, & diversarum altitudinum Mercurii in Baroscopio: nam in Regionibus inter Tropicos jacentibus, & in quibus ejusdem tenoris Ventus Orientalis perpetuo spirat, Mercurius in Baroscopio vix observatur mutari, quemadmodum tum ex propriis, tum ex aliorum observationibus, testatur Cl. Halleyus (a).

2. Accumulatur etiam Atmosphæra supra nostram regionem, spirante Borea, vel Aquilone, qui Aerem refrigerant, condensant; adeo ut Atmosphæræ altitudo ibi decrescat, sed supremum Fluidum a latere omni affluat, suoque cumulo & pondere pressionem augeat.

3. Altior quoque erit Mercurius, si Ventus ex loco altiori Atmosphæræ deorsum ad Terram determinatur; tum enim Aerem, cui occurrit, eadem directione premit, atque hic non aliter premit Mercurium, quam si a majori pondere aggravaretur.

4. Quum a frigore condensatur Aer, descendit Atmosphæra, etiamsi ejus eadem copia maneret: propter binas causas, majori gravitate gaudebit; partim ob vim centrifugam partium minorem, partim ob gravitatem auctam,

(a) *Phil. Trans.* N. 181.

vide §. 228. & 411. ideo plerumque Hyeme Mercurium in tubo altius suspendi, quam Æstate, observamus.

5. Cum Atmosphæra pluribus Vaporibus & Exhalationibus imprægnatur, ejus gravitas necessario increscit, quantum ponderant Exhalationes: ideo si Aer diu maneat piger & tranquillus, plurimos vapores in se recipit, tumque Mercurius, æque Hyeme ac Æstate, in tubo semper adscendere observatur.

§. 1079. Minus premetur Mercurius, si Atmosphæra levior fiat; quod contingit 1. si a Ventis impetuosis, aut a secum effervescentibus exhalationibus, pars quædam Aeris ex suo loco abripitur; hinc quasi aliquod vacuum fit, in quod quidem pars superior descendit, sed nihilominus minor Aeris copia regioni illi terrestri imminebit; ob quam caussam Mercurius in tubo minus pressus descendet; quemadmodum sævientibus procellis semper observatur; imo quotiescunque percipis ventum aucto impetu supra locum observationis flare, videbis eo momento Mercurium descendere, quemadmodum etiam Hauksbejus analogo experimento demonstravit: cessante vento, Aer ab omni parte iterum ad hæc loca accedit, minus Aeris æque densi comprehendentia; ideo ab aucta Aeris massa & pondere iterum ascendit Mercurius.

2. Descendit Mercurius in tubo, si Aer Exhalationibus & vaporibus, quos antea copiose in se receperat, orbetur, hinc tempore pluviæ Mercurius in tubo humilis est (a).

3. Vel cum Venti e Terra sursum spirantes, Atmosphæram quasi elevant; hinc flantibus nonnullis ventis, stationem humilem Mercurius in tubo tenet.

4. Si calore Aer rarefiat, & Atmosphæra altior fiat, quamvis eadem copia ceteroquin manserit, propter §. 228. & 411. minus premet subjecta corpora. Forsitan multo plures causæ, hucusque incognitæ, huc concurrere possunt, sed illæ, quas recensui, infinitis gradibus magnitudinis differre, earumque plures simul conspirare, vel opponi sibi mutuo possunt, ex quibus altitudo diversa Mercurii in tubo pendebit.

§. 1080. Ex hisce bene perpensis apparet, altitudinem Mercurii in tubo diversam futuras Aeris tempestates non præsagire, sed tantum indicare præsentem Atmosphæræ conditionem, & quidem modo pressionem ejus in corpora terrestria; nonnunquam ex certa Atmosphæræ conditio-

ne

(a) *Vid. adnot. ad* §. 680.

ne aliqui effectus sequuntur, qui si observati fuerint, tum aliquod formari potest præsagium, simulac eadem redierit Atmosphæræ conditio: hæc vero ex sola ejus pressione, sive ex altitudine Mercurii in tubo non cognoscitur, adeoque nihil certi ex sola altitudine Mercurii prævideri potest, nisi ex plurimis aliis observationibus & fontibus conditionem Atmosphæræ detexerimus. Quamobrem nullæ certæ præsagiendi regulæ tradi possunt, quemadmodum ex multorum annorum observationibus, inter se sollicite comparatis, colligere cogor.

§. 1081. Sunt mutationes Mercurii in Baroscopio majores Hyeme, quam Æstate; & majores in locis frigidioribus, quam in calidioribus. 1. Quia Aer frigidus densior est quam calidus, atque ideo aptior multis gerendis vaporibus; quibus dum accumulatur, fit Atmosphæra gravissima; quibus cum orbatur, fit levissima: observantur autem hyemales menses sæpe pluviosissimi.

2. Sub finem Autumni, Hyeme, & in initio Veris sæviunt impetuosissimi Venti, Præsteres, Typhones; cum Æstate Aer sit tranquillior: a Ventis vero maximæ mutationes Atmosphæræ inducuntur, partes ingentes ex suo loco dimoventur, unde illa levior facta, in tubo Mercurium minus premit. Sed & Venti Atmosphæram accumulant, Aerem oppositis suis directionibus condensando, qui inde gravior factus, Mercurium in tubo valdequam premit. Quoniam in locis Polo propioribus Aer Hyeme est frigidissimus densissimusque, ideo ambæ allatæ causæ locum in primis ibi habent, faciuntque, ut multo majores mutationes ab Atmosphæræ pressione in frigidis, quam in calidioribus regionibus contingant.

§. 1082. Cum limites variationum Mercurii in tubo sint adeo angusti, hos diversis artificiis amplificare conati fuerunt Philosophi, sperantes se sic minimas Atmosphæræ mutationes observaturos; hinc Morlandus Tubum inclinatum E D C (*Tab.* 11. *Fig.* 4.) construxit, in cujus parte D C, longiori quam A B, ubi limites mutationes majores, longitudini C D (*Tab.* 11. *Fig.* 5.) proportionales, contingunt: pulcrum est hoc inventum, verum id incommodi habet, quod superficies Mercurii in eo non semper sit ad libellam, veluti *f g*, sed convexa, veluti, *k h g*, fere similis & parallela fornici superiori tubi *z*, adeo ut observari vera altitudo Mercurii nequeat. Præterea Mercurius nimis incumbit lateri tubi D C, adeo ut

non

non tam cito, quam quidem in tubo vulgari, descendat.

§. 1083. Hookius tubum invenit ABDRGF, (*Tab.* 11. *Fig.* 6.) parte inferiori inflexum, apertumque; ei globus ferreus G immittitur, qui Mercurio innatat; globo filum adnectitur, quod trochleam D ambiens, ab altero globo H tenditur. Descendente Mercurio ex AB, elevatur G, hinc prævalens pondusculum G, ope fili trochleam D circumtorquet, hæc indicem longiorem LK, qui in circulo MNOP diversos gradus notat. Ostendit hoc Baroscopium majores mutationes Mercurii satis bene, attamen minimas non tam cito, ac vulgare: sed alia incommoda ab Aere humido siccove in filum operante oriunda, tum a trochleæ attritu &c. commemorare non lubet (a).

§. 1084. Hugenius Anno 1672. duas Barometrorum species invenit, quarum hæc præcipua. Tubo OV, (*Tab.* 11. *Fig.* 7.) 25 $\frac{1}{2}$ poll. longo, recurvo ad VP, utrimque adjungitur capsula cylindrica HK, CP, quarum diameter eam tubi decies superat, prominet ex capsula PLC, alter tubus CN; Mercurio impleta pars capsulæ dimidia KO concipiatur, tubus OMP, & alterius capsulæ dimidium PL: proinde in capsula KO, si Mercurius uno pollice ex K ad R descenderit, elevabitur in PL uno pollice, ab L ad S, tumque tota columna Mercurii in tubo ROM duobus pollicibus brevior erit, & tantum longitudinis RI, cum antea fuerat longitudinis KV. Si igitur mutatio Mercurii in Barometro vulgari fuerit 3 pollicum, duplo minor erit in hoc Hugeniano; verum dimidium capsulæ LC, & pars tubi CN impletur Aqua, tincta Ærugine, mista cum Spiritu Nitri, ne a frigore congeletur, & tecta superius oleo amygdalarum, ne exhalet; adeoque Mercurio in capsula KO descendente, adscendet tantopere ille in capsula LC expressurus ex hac, & elevaturus Aquam in tubum; quæ si gravitate careret, adscendente Mercurio in LC ad unum pollicem, adscenderet in tubo ad 100 pollices, quia capacitates sunt, ut quadrata diametrorum: cum Aqua gravitatem habeat, quæ sit $\frac{1}{14}$ illius, quæ est in Mercurio, 14 pollices Aquæ æquilibrium agent cum pollice Mercurii in altitudine, quamobrem ad minimum erit mutatio, quæ in altitudine varia hujus

(a) *Phil. Trans. N.* 185. *p.* 24.

hujus Aquæ observabitur, & respondet $1\frac{1}{2}$ poll. Mercurii in utralibet capsula, 21 pollicum: eritque ita mobilissimum ejusmodi Baroscopium, de quo videri potest Auctor (*a*). In usu non admodum increbuit machina propter nonnulla incommoda: 1. Quod si Oleum liquori in tubo CN superfundatur, id parietibus ejus adhæret, opacosque hos reddit. 2. Si oleum non superfusum fuerit, liquor ex CN avolat. 3. Calor multum dilatat liquorem, quem frigus condensat in CN, ita ut eadem quantitas sub diversa altitudine cum pari pondere Mercurii æquilibrium agat: idcirco, nisi quis Thermometrum ex eodem liquore confectum & juxta positum, simul consideraverit, vel Tabulas aliquot, in quibus dilatatio a calore, quem Thermoscopium indicat, consuluerit, nihil certi cognoscetur.

§. 1085. Quoniam igitur hoc Hugenianum Barometrum nondum voto satisfacere judicavit R. Hookius (b), & postea Cl. de la Hirius (c), id longe mobilius reddiderunt, tertiam adnectendo capsulam ejusdem diametri cum prioribus, quo fit, ut quantum Mercurius in capsula inferiori elevatur, tantum elevetur liquor in capsula tertia DN. Impletur pars capsulæ inferioris BC (*Tab.*11.*Fig.*8.), & tubus CD, usque ad medium G, Oleo Tartari per deliquium; tubi pars altera GD, & capsulæ superioris pars DK, Oleo levissimo, quod vocatur Petroleum. Pars alia machinæ BSA recipit Mercurium, veluti in Hugeniano Barometro: descendente igitur Mercurio ad dimidium pollicem ex A in L, elevatur ex B in H, & petroleum ex K in N tantopere; manet proinde altitudo supra Mercurium HN=BK. Sit diameter tubi CD = *1.* & diameter capsularum = *9.* erunt capacitates uti 1 ad 81: sit proinde tubus CD ultra 80 pollices longus; & adscendente Mercurio dimidium pollicem ex B in H, sursum feretur petroleum a G ad D, spatio 40 pollicum: descendente vero Mercurio ex B ad R semipollicem, descendet petroleum 40. poll. a G ad I: quamobrem motus in baroscopio vulgari duorum pollicum mutationi tantum subjiceretur.

Pulcherrimum foret hoc inventum, si tria haberentur Fluida diversissimæ densitatis, quæ superficiei vitri non adhærerent, nec secum permiscerentur, sed adscendendo vel de-

(a) *Journal des Scavans A.* 1672. *p.* 137. (b) *philos. Trans. A.* 1686. (c) *L' Hist. de l' Acad. Roy. An.* 1708.

descendendo, vitrum relinquerent, uti in Mercurio observare datur: his nondum detectis, invenimus successu temporis nimis adhærere Oleum utrumque superficiei Tubi C D, ita ut hic opacus reddatur, nec de vera altitudine superficiei terminantis G, ob jacturam liquoris, adhærentis parietibus, judicium ferri queat. Rarefactionis liquorum a calore etiam ratio habenda erit.

§. 1086. Amontonsius (a) Anno 1695. sequens inventum cum publico communicavit: Capiatur tubus A B, conicus, cujus basis B aperturam, non majorem $\frac{1}{12}$ pollicis habeat. Mercurius, qui adimplere potest partem superiorem A C, (*Tab.* 11. *Fig.* 9.) 30 pollices longam, possit sua copia partem tubi inferiorem & ampliorem D B, & longam modo 27.$\frac{1}{6}$ poll. adimplere: si fuerit tubus A B 45 pollices longus, tum Baroscopio vulgari stante in altissima statione 30 pollic., erit Mercurius in hoc tubo inter C & A; & si Mercurius fuerit in Baroscopio vulgari in humillima statione 27 $\frac{1}{6}$ poll., erit Mercurius in hoc tubo in D B; quamobrem intervallum inter A & D est 17 $\frac{1}{6}$ pollic., & Mercurius in hoc tubo fere sextuplo majorem motum, quam in Baroscopio vulgari habebit: vocatum fuit hoc inventum ab aliis *Barometrum marinum*, quia a Nautis facile potest tubus inversus servari, quem inspectum in situm A B tantum invertant. Cavendum autem solicite est, ne minima Mercurii guttula ex orificio B excidat, quippe tum levior ejus columna æquilibrium non amplius cum Atmosphæra tenet, nisi in loco propiori fornici A. 2. Nimius Mercurii attritus immobilitatem magnam infert. 3. Quia Aer aperturam B ingreditur, suos humores & salia ad parietes tubi applicat, qui liberum descensum mercurii impediunt, adscensurum inquinant, in partes separant.

§. 1087. D. Cassinus, & postea præstantissimus Mathematicus Joh. Bernoullius, tubo ampliori Barometrico A B, (*Tab.* 11. *Fig.* 10.) inflexo parum ab inferiori parte B H, tubum gracilem horizontalem & apertum C H, adnexuit, cujus longitudo cum capacitate sua & tubi A B ita conveniat, ut

(a) *Remarques & experiences Physiq.*

ut $2\frac{1}{6}$ pollices Mercurii ex AB impleant tubum gracilem ex C ad H: quamobrem, si Mercurius in tubo fuerit ad altissimam stationem in D, erit in tubo gracili ad H; & si fuerit in humillima statione ad L, erit in tubo gracili ad C; cumque tubus CH possit esse cujuslibet longitudinis, modo capacitas DL tubi amplioris augeatur; habetur hoc modo Baroscopium mobilissimum. Attritus & Attractio inter Mercurium & tubum CH, longe immobilius reddunt hoc Baroscopium, quam prima facie apparet: hinc quidem notabiles in vulgari Baroscopio mutationes insigniter, sed minimas, non ostendit.

§. 1088. Alia inventa, sed minus celebria, tradiderunt alii Philosophi, quæ angustiæ Instituti nostri non permittunt, ut exponamus. Liquet satis ex his omnibus, simplex Barometrum esse hucusque optimum ad observationes accuratas capiendas, si id probe constructum fuerit; ad quod requiritur, ut Mercurius ab omni Aere sit purgatus, & ut in superiori parte tubi, inter fornicem & Mercurium, nihil omnino Aeris habeatur; quomodo id obtineri queat, dixi in Dissertationibus Physicis (1).

§. 1089.

(1) Cum mercurii suspensio in tubis, vel simplicibus barometris ab Atmosphæræ pondere oriatur, id omnino consequens est, ut non variato Atmosphæræ pondere, eadem etiam maneat mercurii in tubis suspensio. At secus se habere quandoque videtur: si enim mercurius, quo implentur tubi, omni aere fuerit prius expurgatus, ipsique tubi sensim, summaque adhibita diligentia in catinum hydrargyro similiter plenum invertantur, aperto infra orificio, nil mercurii ex iis decidet, etiamsi 75 pollicum & amplius altitudinem habuerint, manebuntque ita pleni, quousque concussione nulla agitati immobiles perseverant: at si concutiantur, statim ad solitam usque altitudinem 29 pollicum præcipitabitur hidrargyrum, quod tandem post aliquot reciprocationes consistet. Id sane experimentum a Brounchero, Boylio, Hugenio, aliisque sæpius repetitum successit, nilque propterea dubii de phænomeni veritate esse potest. Quoad ejus vero causam spectat, nil aliorum Philosophorum hypotheses morabor, verosimiliorem modo causam exponere sat erit. Mercurius itaque omni defæcatus aere densior procul dubio evadit, majorisque adeo magnitudinis fiunt ejus contactus cum internis tubi parietibus, quibus propterea majori attractionis vi, quam antea, contingentes mercurii partes adhæreant necesse est; his vero partibus & aliæ a parietum contactu remotæ eadem attractionis vi conjunguntur, & adhærent, hisque porro aliæ. Contenta igitur in tubis mercurii columna non toto suo pondere æquilibrium cum Atmosphæra habet, sed quæ ejus pars altitudinem 29 pollicum adæquat, ab Atmosphæra, reliqua vero abs internorum parietum contactu sustinetur.

Hinc

§. 1089. Edit Aer sua gravitate plurimos effectus, veluti enim Mercurium in tubo ad altitudinem 29 pollicum sustinet, ita si in tubo, qui Mercurio imponitur, concipiatur embolus, qui a superficie Mercurii recedendo elevetur sursum, removendo tantum Aerem, Mercurius pressus a pondere Atmosphæræ, tubum necessario ingredietur, atque embolo adhærebit usque ad altitudinem 29. poll. Quamvis tum altius tollatur embolus, non tamen amplius sequetur Mercurius, sed in eadem altitudine hærebit; nec emboli reciprocatio aliquid ulterius producet, cum tantum Aerem ex tubo removere possit. Hinc discimus Aquam in Antliam suctoriam, utcunque reciprocetur embolus, non ad majorem altitudinem, quam $33 \frac{5}{6}$ pedum adscensuram; A. quæ pondere nempe in hac altitudine cum Atmosphæræ pondere æquilibrium agente. Non igitur Aqua in Antliam adscendit, quia sugitur, sed quia ab Aere premitur: adeoque si claudatur antlia cum Aqua in vacuo, etiamsi reciprocetur embolus, ne quidem Aquæ gutta in eam adscendet, nec ex clauso vase, Aquæ penitus pleno, Antlia in se Aquam recipiet, utcunque agitetur embolus.

§. 1090. Ab actione Antliæ vix differt Suctio Animalis: id enim, quod sugit Animal, Aerem ex ore deglutit, nares claudit, labiis papillam undique prehendit, genas extrorsum pellit, vacuum in ore facit: Aer externus ubera sua gravitate premit, lac pellit ad loca, in quibus sublata est resistentia, hoc est ad papillam, & ex ea in os sugentis. Similis est fumigatio Tabaci. Tum actio Cucurbitarum Chirurgicarum veluti est A, ex quibus, cuti impositis, Antliæ Ope, (*Tab.* 12. *Fig.* 1. 2.) vel alio quocunque modo, educitur Aer: ad cutem idcirco cucurbitæ a pondere Atmosphæræ apprimuntur, ad harum cavitatem propelluntur humores, a quorum affluxu tumescit locus, qui deinde ope instrumenti jam apud Chirurgos communiter recepti, ac fig. 2. delineati, exiguis plagis inciditur; ex quo, iterum applicata cucurbita, sanguis ab aeris pondere exprimitur. Est quoque Aer sua gravitate causa nostræ respirationis.

§. 1091.

Hinc nil mirum si succutiendo tubum, vel interjectis aeris bullulis, ad consuetam 29. pollicum altitudinem statim mercurius descendat: ita enim fit, ut prioribus contactibus vel ablatis, vel diminutis, attractionis effectus tollatur, vel insensibilis evadat.

§. 1091. Inter effectus, qui a pondere Aeris in corpora pendent, etiam Aquæ transfluxus per Siphones inæqualium crurum numerandus est: Sit enim ejusmodi Sipho EACD, (*Tab.* 12. *Fig.*3.) plenus Aquæ, crurique breviori AE appositum sit vas B, Aer sua gravitate in utroque crure Aquam sursum premet, hæc tamen sua gravitate nititur deorsum, & quidem majori vi in crure longiori CD quam in AE; adeoque datur major ratio inter actionem Aeris sursum & reactionem Aquæ deorsum in crure breviori AE, quam in CD longiori; proinde Aqua EA majori vi sursum, quam CD premetur: ergo adscendet Fluidum in EA, transpellet reliquum in AC, CD; & quia eadem causa exsistit, quamdiu Fluidum est in vase B, effluet ex orificio D omne Fluidum.

§. 1092. Crediderunt nonnulli Eruditi aliam, quam Aeris gravitatem, hujus transfluxus esse causam, sed hanc esse veram, apodictice demonstrari potest: quia si Sipho EACD (*Tab.* 12. *Fig.* 3.) includatur Recipienti, ex quo omnis Aer educatur, ut sit vacuum Torricellianum, (quod fieri potest Recipiens implendo accurate Aqua, omni Aere prius orbata, & deinde educendo hanc Aquam,) tum in accurato hoc vacuo nullus fit Aquæ per Siphonem transfluxus. Impeditur quoque ex Siphone EAD aquæ effluxus, vasis BB orificium C claudendo, aerisque pressionem prohibendo. Aut si Sipho EACD constet ex cruribus, quorum brevius EA superet 30 pollices, impleaturque Mercurio, nullus fiet ex breviori crure per longius Mercurii transfluxus; sed si ad D etiam ponatur vasculum, Mercurius relinquet arcum superiorem AC, atque in crure utroque AE, CD, hærebit ad altitudinem eandem, in qua est in Barometro vulgari: aut sublato vasculo ad D, ruet deorsum Mercurius, qui erat in AE, versus vasculum B, atque effluet reliquus ex crure CD. Si vero crus AE fuerit brevius, quam est altitudo Mercurii in Barometro, fit Mercurii transfluxus, manifestissimo indicio, Siphonis effectus a pondere Aeris pendere.

§. 1093. Movit difficultatem Reiselius (a) suo Siphone æqualium crurum EFG, (*Tab.*12. *Fig.*8.) qui Aquam transmittere dictus est; cum enim orificia E, G, jaceant in eadem horizontali, admota Aqua ori E, effluxus fit ex G, & admota Aqua ori G, fit effluxus ex E. Verum effluxus

(a) *Act. Lips. An.* 1690. *p.* 142.

fluxus memoratus non fit, nisi Aqua admota alterutri orificio sua altitudine effecerit, ut crus hoc brevius, alterum longius evaserit: quemadmodum sollicite instituenti experimentum patebit. (*Tab.* 12. *Fig.* 4. 5. 6.) Ope hujus doctrinæ multi effectus, qui in Natura contingunt, facile explicantur (1), atque artificialis Tantali potatio intelligitur (2).

§. 1094.

(1) Effectus qui hic ab Auctore notatis schematis 4. 5. 6. Tab. 12 indicantur, clarius exponi merentur. MN est (*fig.* 4. *Tab.* 12.) vitreum vas cupreo pelvi prope N accurate compactum. Eidem pelvi duo adnexi sunt cuprei tubi inæqualis longitudinis, quorum brevior TR duos vel tres pollices intra vitreum vas MN exporrigitur, extrema ejus parte patula R veluti in apicem desinente: Longior est alter tubus QP extra vas NM protensus. Tubi TS extremitas altera patula T vase aquæ pleno immergitur; tum exugitur aer ex tubi QP extrema parte P, donec diminuta aeris pressione in ea aquæ parte, quæ tubo TR in vase subjicitur, per eundem tubum TR sursum aqua ascendens ex R erumpat, tum in pelvim recepta per tubum QP, ad sugentis os tandem transeat, idemque fiat aquæ transfluxus, ac quem §. 1091. per siphonem inæqualium crurum fieri dictum est. Quo major est differentia crurum QP, ST, eo major fit altitudo jactus ex foramine R; ita quidem ut si ea differentia paulo major fuerit ejusdem vasis NM longitudine, usque ad M aquæ jactus fiet. Idipsum sine aeris suctu ex P obtineri potest, si nempe intra vas NM aqua ad duorum vel trium pollicum altitudinem contineatur; aperto enim orificio P, ea aqua suo pondere descendens, ex P egreditur, aeremque ideo vasis NM rarefieri sinit; qui proinde minus premens aquam in parte vasis tubo T supposita, quam reliqua ejus aquæ superficies ab exteriori aere premitur, eandem aquam cogit per tubum TS ascendere, eamque ex foramine R erumpentem, jucundum spectatoribus fonticulum exhibere.

Ejusmodi tubi seu siphones, quibus vasa contentis aquis deplentur, variis figuris donari solent, veluti qui exhibentur fig. 5. & 6. Priorem quidem siphonem ACDE aqua repletum, quem figura ostendit, situm obtinere supponamus, sitque ADE horizontalis linea tubi oris A & E terminata. Quæ in AB continetur aqua alteri in GE contentæ æquilibratur, atque adeo quæ est in tubi parte CDF pari vi deorsum sursum, ac sursum deorsum premitur; hinc nulla est causa ob quam apertis oris A & E, ex alterutra aqua præterfluat. Quod si in tubi parte AB aliquantulum altius adscendat aqua supra E, prius æquilibrium tolletur, factaque in AB aqua minus gravis ponderi aeris per A urgenti cedat necesse est, tantundem ex E ad saltum cogens, quantum illius per tubum CF descendit. Hic vero aquæ descensus cum usque ad D factus fuerit, nil amplius aquæ ex E saliet ob æquilibrium æque altorum canalium DF, GE.

Alterum siphonem fig. 6 exhibitum quod spectat, omni contenta aqua eum depleri ex G necesse est, quod longius sit illius crus EG præ altero AB, ob eandem scil. rationem, qua in siphone 3. fig. eundem aquæ transfluxum contingere dictum est. Quæ in tubis CD, DE continentur aquæ, in æquilibrio sunt; at quæ est in AC minori vi in aerem subjectum agit, quam quæ in EG, ob minorem illius quantitatem, minusque adeo aquæ pondus. Ea ergo majori aeris vi pressa, in proximam agit, omnemque tandem cogit per oram G effluere.

(2) Artificialis Tantali potatio, de qua hic Auctor, ejusmodi est artefactum vas, in quo immersa aqua ubi ad datam altitudinem prope labia eu-

§. 1094. Inter proprias dotes Aeris præcipua est illa, quæ vocatur *Elasticitas*, propter effectus nonnullos analogos iis, quos in corporibus Elasticis observamus. Potest nempe Aer in spatium minus adigi compressione, qua cessante, iterum se sponte restituit in pristinum volumen. Claudatur enim Aer in Antlia, adigatur embolus ad fundum, id quantum fieri poterit; cedetque Aer pressioni, in Spatium multo minus abiturus: dein desine embolum urgere, hic extemplo ab Aere se restituente in prius volumen ex Antlia expelletur.

§. 1095. Quemadmodum in præcedenti experimento Aer ab embolo comprimebatur in angustius spatium, ita quoque inferior a pondere Aeris superioris comprimitur; quamobrem non secus se habet Aer prope Terræ superficiem, quam qui in Antliæ cavo valde compressus habetur: hinc exigua Aeris copia, vesicæ inclusa, quæ in recipiente ponitur, ex quo Aer extrinsecus comprimens aufertur, sese expandit, vesicam explicat, inflatque non aliter, quam si copioso Aere turgeret (1).

cujusdam simulacri Tantalum indicantis ascendit, continuo tota subripitur, ac veluti disparet. Indicatur hæc machina in *fig.* 1 *Tab.* 15., in qua ABCE cupreum scyphum repræsentat, in cujus media parte veluti septum medium est, seu fundus FF foramine in P instructus: hic tubus utrimque apertus SM accurate committitur, cujus pars superior PS, seu quæ ad superiorem vasis cavitatem pertinet, ampliori tubo HGK veluti contegitur. Amplior hic tubus fundo FF innititur, eumque accurate tangit præter quam in K, ubi exiguum est foramen intra ipsius tubi cavitatem aditum aquæ exhibens. Amplior hic tubus ita parari potest, ut inferiorem curvi simulacri Tantalum designantis partem repræsentet. In inferioris demum cavitatis latere est foramen D, ex quo contentus inibi aer ad aquæ ingressum expelli potest. Ex universo hoc machinæ apparatu jam clare liquet, quod ubi aqua in superiorem scyphi partem immersa, & per foramen K in tubum HGK admissa, supra foramen S demum ascendit, per id necesse est, ut in inferiorem scyphi partem FBCF medio tubo SM tota ruat, nil illius in superiore scyphi cavitate remanente: est quippe tubus SM veluti siphonis longius brachium, brevius HGK; adeoque per ea, quæ §. 1091. sunt demonstrata, ex superiori in inferiorem vasis cavitatem transfluere omnem aquam oportet.

(1) Cuinam causæ hæc aeris proprietas, elasticitas communiter dicta, accepta referri debeat, difficillima quæstio est. Ea sane cum ab ipsa interna partium aeris constitutione, configuratione, proprietatibus, viribus, dependeat, quæ nemo sanus sibi accurate perspecta esse adfirmabit, mortalium cuiquam certo & evidenter innotescere haudquaquam poterit. Instituta hactenus experimenta eam reapse dari aëris affectionem, ejus leges, indeque plures derivatos effectus in lucem prodiderunt, ex quibus sane nova est efformata Scientia communiter *Aerometria* di-

§. 1096. Prout Aer prope Terræ superficiem est comparatus,

dicta: at nihil de ejus proprietatis origine & causa ex experimentis hucusque deprehensum est; nilque adeo, nisi vanas hypotheses fingere, easque pro veris rerum naturalium causis habere lubeat, ea de re pronunciari tuto potest. Nihilominus quæ hactenus a Philosophis excogitata sunt ad quæstionis hujus solutionem, hic in nostrorum tironum gratiam recensere haud abs re fuerit.

Aristotelici imprimis, quibus omnia utut abstrusa naturæ phænomena novis modo inventis vocabulis declarare solemne est, aeris compressibilitatem, tum dilatandi vim *qualitatem occultam* procul dubio esse adfirmabunt, ac ita more suo quæstioni satisfecisse videbuntur. Papæ quam nullo negotio!

Recentiores vero Philosophi, quibus, eliminatis Peripateticorum qualitatibus occultis, mechanica philosophandi ratio placuit, abs mechanicis particularum aeris affectionibus rem omnem derivare satagunt. Boylius imprimis (*in novis experimentis physico-mechanicis de vi aeris elastica*) aerem nostrum supponit aut totum coalescere, aut saltem abundare istiusmodi partibus, quæ vel incumbentis Atmosphæræ, vel cujusvis alterius corporis pressione & pondere incurvari, & in arctum coire valeant (quod est aeris compressibilitas). His vero comprimentibus corporibus eædem aeris partes contranitentes, ab ejusmodi pressione sese liberare quantum possint, moliuntur, ac tandem occasione data reapse se liberant, seseque explicant; quod est ipsa dilatandi vis, qualem in arcubus tensis & pinnis chalybeis contortis deprehendimus. At quis non videt obscurum per æque obscurum hic explicari, nec minus causam elasticitatis in singulis aeris partibus, quam in tota earum congerie & mole Philosopho esse inquirendam? Vel ipsi Boylio hæc explicatio haud satisfacere videtur, cum deinceps aliam tradit cum Renati sententia plurimum consentientem, quam porro Neotericorum plures amplexi sunt. Iterum itaque aerem statuit congeriem esse minutissimarum particularum magnitudinis variæ, omnigenarumque figurarum, quales Cartesio sunt tertii sui Elementi particulæ. Eas intra subtilissimum corpus ethereum, vel uti Cartesio placet, inter particulas primi & secundi elementi, fluctuantes, huc illucque distrahi, æthereo corpore eis interfluente: Quod si ejusmodi æther vel subtilis materia, data causa comprimente; ex aeris particulis exprimetur, has cum in arctum coire & cogi; sublata vero causa comprimente, subtilem materiam vel ætherem, qui ab æquilibrio suo cum aeris partibus violenter recesserat, cum impetu inter easdem aeris particulas sese iterum ingerere, pristinumque æquilibrium tandem obtinentem, aeris particulas in pristinam & ordinariam laxitatem reducere. Magnam quidem veri speciem huic explicationi inesse non diffitendum, cui præterea ex analogia crassiorum quorumdam corporum facile compressibilium veluti spongiæ, lanæ, plumarum &c. robur etiam accedit: at veram eam esse elasticitatis aeris caussam temere adfirmaretur, præsertim cum non omnium ad aeris elasticitatem spectantium ratio ex ea deduci facile possit.

Ex particulis se mutuo fugientibus compositum esse aerem arbitratur Cl. Newtonus, indeque omnem ejus expansionem dependere, uti *ex Schol. prop. 23. lib 2. Princip. Math. & ex quæstione 21. & 31. lib. 3. Opt.* liquet. At Viri Clarissimi de vi mutuæ repulsionis doctrinam nec solidis argumentis innixam, & naturæ simplicitati valde absonam pluries dictum est. Præterea aeris partes in mutuos complexus, utut facile dissociabiles, verum tamen aliquos conspirare constat.

ratus, sese ita dilatat, ut volumina sua sint in ratione inversa ponderum comprimentium. Hanc regulam stabiliverunt Boyleus & Mariottus ex sequenti experimento (1). Sit tubus AB, (*Tab.* 12. *Fig.* 9.) Barometro inserviens, qui rite præparatus suspendat Mercurium ad altitudinem BC, huic immittatur quantitas Aeris AD (2), tum non amplius suspendetur Mercurius ad D, sed hærebit

stat. Si enim unum forte aeris elementum in quovis liquido fuerit, nihil id sensibile erit, sed ubi aliud simile illi adjungitur, quam cito ex iis conspicua fit bullula, quæ tenacitate quadam suæ repugnat dissipationi. Accedente dein alia simili bullula, & item altera, cuique patet eas invicem coalescere, novam nasci majorem bullulam, ut suæ magnitudinis ita & formæ sphæricæ tenacem. Hæc quidem vis mutuæ attractionis inter aeris particulas major esse debet, quam quæ inter illius liquidi & aeris minima habetur, alias enim ea bullularum adunatio non daretur.

Posita vero particularum aeris mutua attractione, haud difficile erit ex ea elasticitatem derivare, si modo arcuatas aereas particulas fingere lubeat. His enim ita positis, quemadmodum singularum gravitatis centrum, ita & attractionis vis, in puncto intra cavitatem suam existente collecta concipi potest; & ubi particulæ illæ viribus trahentibus simul cohærent, unaquæque in eo alterius loco subsistet, in quo vis trahens alterius hujus particulæ coacervatur. Unde cum loca ista non tam in ipsis particulis, quam intra earum cavitates reperiantur, cohærebunt hæ inter se absque ullo contactu: hæcque erit naturalis aeris constitutio, quam quum consequutæ fuerint ejus particulæ, amplius non sese dilatare pergent. Ubi autem eædem particulæ compressionis ope magis accedunt ad se mutuo, removentur ab iis locis, in quibus major est actio virium trahentium; ideoque sublata compressione, earundem virium activitate ad loca illa redibunt, ultra quæ nequaquam progredi poterunt.

(1) Ad majorem eorum, quæ hic ab Auctore traduntur, intellectum, juvat in antecessum adnotare, vim aeris, qua se dilatare nititur, ponderi, seu vi, qua comprimitur semper æqualem esse. Supponatur enim aeris particulas ad arcus seu spiræ formam esse convolutas (nil quippe interest, si alio modo figuratæ sint, veluti est spira A) *Vid. figur.* 11. *Tab. Addit.*) quam pondus B ita premit, ut a majori pondere magis comprimi & complanari possit. Jam vero patet binas hic occurrere vires contrarias, alteram ponderis B spiram prementis, alteram spiræ A ponderi resistentis; quarum neutra alteram vincit, quia aut pondus, aut spira cederet: æquales igitur hæ vires erunt.

Hinc facile colligi potest corpus CD eadem vi comprimi a spira A, qua, sublata spira, premeretur a pondere B; spira siquidem C æqualiter vim se relaxandi exerit in corpus CD, & pondus B. Quin etiam si loco ponderis B digito spira A compressa teneatur, eodem modo corpus CD a spira A premetur, ac si pondus B in ipsum incumberet. Hinc ratio patet, quare inclusus aliquo vase aer, & sub tecto, eodem modo subjecta corpora premat, ac cum apertus toto Atmosphæræ pondere premit; vasis enim latera, aut cubiculi tectum vices aeris superioris explent, quemadmodum in allato exemplo digitus vices explebat ponderis B.

(2) Id scilicet ita obtineri potest. In tubum AB ex ejus patula parte

tantum ad altitudinem BE (1), Aere AD se expandente in spatium AE. Vis, qua Aer Atmosphæricus comprimitur, est æqualis ponderi Atmosphæræ, quacum est Mercurius altitudinis BC, in æquilibrio; adeoque pondus Atmosphæræ ope columnæ Mercurialis CB exprimi potest: hoc pondere compressus fuit Aer AD. Hic autem facto experimento, se explicuit in volumen AE, adeoque Aeris ita rarefacti superstes elasticitas, simul cum pondere Mercurii EB, æquilibrium facit cum pondere Atmosphæræ, sive cum columna Mercuriali CB: demta proinde Mercurii columna EB, æquilibrat Aeris elasticitas in AE cum reliquo pondere Atmosphæræ, quod est æquale columnæ Mercuriali CE. Est proinde pondus comprimens Aerem expansum in AE, veluti est CE. Si mensuremus dein spatia AD, AE, ab Aere in utroque casu occupata, deprehenduntur esse uti CE ad CB, quare volumina Aeris sunt in inversa ratione ponderum comprimentium.

§. 1097. Eadem regula locum etiam habet, cum Aer comprimitur in minus volumen, quemadmodum probe evicit sequenti experimento Mariottus (a). Sit Tubus PONM inflexus, clausus in M, ei infundatur tantillum Mercurii, qui adimpleat partem inferiorem NO, ut intercipiatur Aer in NM, (*Tab.* 12. *Fig.* 10.) qui cum sit æque compressus ac reliquus Atmosphæræ Aer, potest concipi pressus a pondere columnæ Mercurialis CB in fig. 9. In tubum PO infundatur Mercurius; veluti ad altitudinem XO,

(a) *Mouvement des Eaux. p.* 141.

A mercurius intromittatur usque ad D; reliqua tubi pars AD aere plena maneat. Tum apposito digito ad A invertatur tubus, immergaturque in argento vivo vasis B; & ad superiorem tubi partem tum ascender aer, inferiori hydrargyro plena manente. Qua quidem ratione data quævis aeris quantitas in tubum immitti poterit.

(1) Aeris enim quantitas AD æque densi ac aer exterior, eadem qua ille vi premit argentum vivum subjectum; atque adeo in superficie hydrargyri in vase B stagnantis, ejus pars tubo subjecta præter vim prementis aeris AD reliquis partibus communem, sustinet etiam pondus mercurii DB; quamobrem ob præpollentem vim gravitatis, necesse est ut ex tubo descendat mercurius, non tamen usque ad B; quia in ejus descensu aer AD dilatatur, ejusque adeo minuitur vis elastica, nec æquali cum aere exteriore pressu certare tum potest. Quædam ergo hydrargyri pars in tubo adhuc relinquetur, scilicet ad eam usque altitudinem, veluti BE, quæ una cum rarefacto aere AE capax sit totius Atmosphæræ pondus sustinere; quod ex experimento Torricelliano a solius mercurii 29. pollicum columna sustineri valet.

XO, comprimetur Aer in crure NM, ut tantum occupet volumen MZ, ducta nunc horizontali ZF; erit Aer MZ compressus, tum a pondere Atmosphæræ, tum a pondere affusi Mercurii XF: mensurando Spatia MZ & MN ab Aere occupata, & pondera comprimentia, quæ sunt uti CB, & CB † XF, observatur hæc proportio, ut sit MN, MZ :: CB † XF, CB; adeoque iterum sunt hæc spatia ab Aere occupata, in ratione inversa ponderum comprimentium (1). Observavi, cum Aerem MN plus quam in volumen quadruplo minus redegeram, ipsum non amplius auscultare regulæ traditæ, sed plus resistere viribus comprimentibus, veluti olim etiam annotavit Nob. Boyleus. Neque posse regulam semper esse constantem, inde patet, quod simulac partes Aeris sese contingerent, massamque omnino solidam componerent, non possent amplius ab ullis naturæ viribus in minus volumen reduci, quia corpus est impenetrabile.

§. 1098. Quæritur, quantum Aer Atmosphæricus, prout e habet ad Terræ superficiem, a viribus nostris comprimi possit? Limites aliquos nondum animadverto, id tamen certum est, Boyleum hunc Aerem decies ter densiorem reddidisse: Halleyus se Aerem sexagesies densiorem vidisse tradit. Cl. Halesius (a) ope præli condensavit Aerem in spatium trigesies & octies minus: verum ope Aquæ, in glaciem densatæ, Aerem in spatium 1838 minus quam ante reduxit, ita fuisset duplo densior quam Aqua, & ultra; adeoque cum Aqua incondensabilis existit, particulæ Aerem componentes, erunt prorsus diversæ ab Aqueis; cæteroquin enim modo in volumen 800. minus circiter comprimi potuissent, tumque ejusdem densitatis ac Aqua, viribus quibusvis comprimentibus restitissent.

§. 1099. Quoniam Aeris compressi elasticitas semper est in æquilibrio cum pondere premente; ille, qui a pondere Atmosphæræ compressus est, vi æquali huic ponderi

I 3 reaget;

(a) *Hæmastatic. Append. p. 348. &c.*

(1) Hinc facile liquet aerem eo magis condensari, quo majori pondere premitur, aerisque densitates varias ponderibus ipsis prementibus directe respondere. Sunt enim duorum corporum sub inæquali mole eandem materiæ quantitatem continentium densitates reciproce ut moles, seu spatia per §. 660: Atqui etiam pondera, quibus eadem aeris quantitas comprimitur, sunt reciproce ut spatia, in quæ aer compressus adigitur. Ergo aeris densitates sunt directe, ut pondera comprimentia.

reaget: idcirco Aer in phiala conclusus cum Mercurio, cui tubus ab utraque parte apertus inhæret, demto Aere ex tubo, Mercurium sua elasticitate ex phiala ad eandem in tubo altitudinem pellet, quæ in Barometro vulgari est; si nempe Aer interim non rarefactus sit (1).

Si autem Aer in aliquo vase duplo densior reddatur, duplo magis elasticus erit, adeoque Mercurium in tubo aperto ad altitudinem eandem, ac est in Baroscopio, posset pellere; sive Mercurii loco, Aquam ultra altitudinem 32. pedum. Quamobrem densissimus Aer vasi DDBB, (*Tab.* 12. *Fig.* 11.) quod Fonti componendo inservit, inclusus, A. quam AABB (*Tab.* 15. *Fig.* 2.) salire faciet ad magnam altitudinem. Ab Aere compresso, & hinc magis elastico, jactus Aquæ ex fonticulo Heronis & Niewentytii pendet (2).

Hinc quoque intelligitur, (*Tab.* 12. *Fig.* 12.) quomodo Aer valde condensatus in Sclopeto Pneumatico, globum plumbeum vi summa explodere possit, adeo ut is effectus

(1) Idipsum ita experimento liquet. Tubus (*Vide Fig.* 22. *Tab. Addit.*) utrimque apertus altera sui extremitate immergatur in vas hydrargyro semiplenum, tum operculo CD idem tegatur vas, itaut exigua aeris pars argento vivo FH & operculo CD interjecta cum externo aere nullo modo communicet. Præterea ope antliæ pneumaticæ extrahatur ex tubo AB aer; & statim videbitur mercurius ad solitam 29. pollicum altitudinem in tubo ascendere. Atqui ad eandem altitudinem ascendit mercurius in experimento Torricelliano, cum Atmosphæra in argentum vivum FG incumbit. Ergo mercurius in vase tantundem premitur ab elatere inclusi aeris CFGD, quantum a totius Atmosphæræ pondere.

(2) Memoratus fonticulus est hujusmodi. In *fig.* 2. *Tab.* 15., F & I duo vasa exhibent aquam continentia, mediano veluti septo ab invicem separata, utraque sursum deorsum accurate causa. Item X & Z repræsentent alia bina vasa mediano septo OQ ab invicem distincta; aerem ambo contineant, ac accurate superius sint clausa. Per tubum AC in vas X immittatur aqua, ibi contentum aerem in tubum DE comprimens. Compressus hic aer ob auctam suam vim elasticam, aquam in vase F contentam per tubum GL in vas X protrudet; excepta hic aqua, contentum aerem comprimi necesse est in tubum NP, qui idcirco aer aquam in vase I comprehensam per tubum SR sursum expellet, fietque hac ratione aquæ jactus ex R.

Huc etiam spectat ejusmodi vasis constructio, ex quo tantundem vini exprimi potest, quantum aquæ immittitur, ita ut vinum ex aqua gigni appareat. Designatur hoc vas *fig.* 3. *Tab.* 15, in qua CD medianum septum exhibet lateribus accurate commissum, ac vas in duas veluti æquales partes dispescens, ex quarum alterutra in alteram per tubum ES communicatio datur. Inferior vasis capacitas per foramen N impletur vino, accurate dein eo clauso foramine. In superiorem præterea vasis cavitatem per tubum ABP immittatur aqua, hac inibi contentus aer comprimetur, & per tubum SE suæ elasticitatis vi in subjectum vinum premendo aget, ut proinde aperto in O foramine per id, vinum expelli necesse est.

ctus vix minores, quam a pulvere pyrio actus, edat. (1).

Ex iisdem principiis explicari poterunt vitrei Urinatores, Fonticulus Sturmii dicto audiens, aliaque phænomena. (*Tab.* 12. *Fig.* 15. 16. 13. 14.) (2).

I 4 §. 1100.

(1) Sclopetorum pneumaticorum diversas constructiones videsis apud Mersennum *in Phænom Pneum. prop.* 32. & 33., Gasparum Schottum *in Mechanica Hydraulico-Pneumatica part.* 2. *clas.* 1. Honoratum Fabri *in Scient. Phys. Tract.* 1. *l.* 2. *prop.* 248., Sturmium *in Phys. Elect. t.* 2. *art.* 3. *de Elemento Aeris c.* 3. Totum hujus machinæ artificium eo spectat, ut ope antliæ vel syringis M N aer in exterioris tubi cavitatem E C D R, quantum potest, comprimatur; tum ita compresso aeri continuo fiat aditus ex K in interiorem tubum extrema parte A patulum: ita enim aer vi sua elastica non minori velocitate globum K expellere potest, quam vi pulveris pyrii idem projiceretur.

(2) Vitrei urinatores, de quibus hic Auctor, sunt hominum vel aliorum animalium simulacra ex vitro efformata: hæc vel intus cava sunt, in pedum vestigiis patentia exiguis foraminulis; vel solida sunt, & adnexos habent vitreos globos intus cavos contortis tubis in extremitate patulis donatos, quemadmodum in *fig.* 15. & 16. *Tab.* 12. designantur. Tria, quatuor, vel etiam plura ejusmodi simulacra in cylindricum vas aqua plenum immergantur, cujus vasis superior pars pelle ipsam aquam contingente accurate claudatur. Hæc vero simulacra etsi ex vitro constent, quod aqua gravius in specie est; quoniam aerem intus inclusum etiam habent, ejusdem vel etiam minoris gravitatis specificæ, quam est aqua, esse debent, ut propterea vasis fundum non petant. Quod si bacillo comprimatur pellis superiorem vasis extremitatem contegens, aqua deorsum pulsa per patulos simulacrorum meatus aere stagnantes recipietur, compresso inibi contento aere: quamobrem graviora in specie facta simulacra, deorsum sua gravitate ruent. Ablato vero bacillo, seu sublata omni vi externa aerem simulacrorum comprimente, constrictus aer restituetur, & ejecta ex simulacrorum cavitatibus aqua, pristinam suam gravitatem specificam illa nanciscuntur, atque adeo sursum elevata ad priora loca commigrabunt. Atque hac ratione varii conciliari possunt his simulacris motus; ad libitum scilicet spectatoris modo stare, modo sursum vel deorsum moveri.

Sturmii præterea fonticulus, de quo Auctor, est fons intermittens, seu aquam per intervalla excludens, qualis *fig.* 14. *Tab* 12. designatur. Ejus vero effectus ut facilius intelligatur, sit AB (*fig* 13. *Tab.* 12.) tubus vitreus utrimque patulus, qui inferiori parte B in apicem desinat, superiori vero pollice D claudi accurate valeat. Si hic aqua, vel liquore quovis impleatur, nil ejus ex foramine B decidet, dummodo superior ejus pars pollice clausa fuerit: verum sublato pollice ob superius incumbentis aeris pressionem, aqua ex B delabetur, totusque deplebitur, si ita apertus maneat. Quod si inter aquæ fluxum superior ejus pars A iterum claudatur, tum ob conclusi aeris elasticitatem aqua eousque protrudetur, donec is aer expansus & debilitatus una cum superstite intra tubum aqua ponderi Atmosphæræ æquilibrium faciat. Atque ita si per vices pars tubi superior A modo claudatur, modo aperiatur, aqua ex D nunc sistetur, nunc decidet, sicque interruptus veluti fons efformabitur. His præmissis facile modo intelligitur effectus fonticuli intermit-

ten-

§. 1100. Vis, qua particulæ Aereæ ſe mutuo repellunt, eſt in ratione reciproca diſtantiarum, quæ ſunt inter particularum centra.

Sint duo tubi æquales X A E, (*Tab.* 12. *Fig.* 17. 18.) Z B I, qui contineant Aeris quantitates inæquales, ita ut diſtantiæ inter centra particularum in XAE, ſint ad eas in ZBI, uti 2 ad 1, erit numerus particularum conſiderandarum in latere D E, ad eum in HI, uti 1 ad 2, idemque obtinet in latere EG, & IM, tum in DX & HZ. Quare erit numerus particularum agentium in ſuperficiem DG, ad eum in HM, uti 1 ad 4; & numerus particularum in cubo XAE, ad eum in ZBI, uti 1 ad 8. Vires, quæ in ſuperficies æquales DG, HM, agunt, ſunt ut vires, quibus Aer comprimitur. Poſſunt etiam vires in has ſuperficies DG, HM, agentes conſiderari tanquam compoſitæ ex numero particularum agentium, & actione ſingularum particularum. Adeoque hæc ratio compoſita debebit conſtare ex rationibus componentibus, quæ ſunt in A, ad eas in B, uti 1 ad 8. Sed numerus particularum agentium contra ſuperficiem D G, eſt ad eum contra HM, veluti 1 ad 4; adeoque altera componens ratio neceſſario eſt uti 1 ad 2; verum hæc eſt ratio actionis ſingularum particularum, & diſtantiæ centrorum ſunt uti 2 ad 1: quare

---

tentis *fig.* 14. *Tab.* 12. exhibiti. Per vaſis A B B axem aſcendit tubus E C utrinque patulus, ac foramine in F exciſus. Tubus hic accurate afferruminatur tam vaſi ſuperiori ABB, quam inferiori MN. Vas ſuperius foramen habet in A cochlea munitum, quod accepta aqua tegi & accurate claudi poteſt: in inferiori vero parte KK variis foraminulis exciſum eſt aditum aquæ exhibentibus, veluti hic ſex ob exagonam vaſis figuram. In inferiori vaſe eſt foramen G ita conſtitutum, ut aqua per id non defluat, niſi ad altitudinem foraminis F in vaſe aſcenderit, totumque foramen contegerit: dico aquam ex foraminulis K, K per intervalla fluere. Contenta ſiquidem aqua in vaſe ABB ſuo pondere ex foraminibus KK defluet, donec per foramen F in locum exeuntis aquæ ſubire aer poteſt. Quamprimum vero aqua delapſa foramen F occluſerit, omniſque adeo aeri intercluſus ſit aditus, fluere aqua deſinet, perinde ac in tubo A B *fig.* 13. occluſo foramine A aquæ fluxus ſiſtitur. Cum vero aqua ad ſuperiorem uſque orificii F partem aſcendit, per foramen G in inferioris vaſis N cavitatem ruit: quamobrem aperto iterum foramine F, ac novo per id admiſſo aere in vas A B B, ex foraminulis K, K iterum fluet aqua, donec ejus tanta exierit quantitas, quæ denuo foramen F obtegat: atque ita per intervalla fluere aquam patet. Et quoniam ex recepta in cavitatem MM aquæ quantitate præноſci facile poteſt temporis punctum, quo effluxus ſiſti, quo renovari debet, veluti imperari is poteſt, & tanquam dicto audiens imperito vulgo obtrudi.

re erit hæc actio particularum in XAE, ad eam in ZBI, veluti distantiæ centrorum particularum in B, ad eas in A (1).

§. 1101. Cognita Aeris elasticitate, intelligitur, quomodo ex recipientibus ope Antliæ Pneumaticæ Aer exhauritur. Concipiamus enim embolum a fundo Antliæ recedere, & inter hanc atque recipiens communicantem tubum dari; Aer sua elasticitate se expandet, Antliam ingredietur vacuam, donec in hac, & in recipiente æque rarefactus existat: Expulso hoc Aere ex Antlia, & iterum a fundo remoto embolo, qui ad eum adactus erat, ut Aer expelleretur, denuo Aer ex recipiente, se expandendo, in Antliam ingredietur: idque reciprocato embolo in Antlia, continuo fiet; quamobrem ope Antliæ Aer perpetuo magis magisque rarescet: Antlia igitur Aer tantum rarefieri, non autem prorsus exhauriri potest.

§. 1102. Solet *Vacuum* Antlia factum, vocari *Boyleanum*; quod proinde non est adeo perfectum, quam *Torricellianum*, quod in superiori parte Barometri habetur, & quod Tubo & Mercurio efficitur.

§. 1103. Inventor Antliæ Pneumaticæ, circa elapsi seculi me-

(1) Ad majorem hujus veritatis intellectum, animadvertere juvat majorem aut minorem corporum elasticorum numerum, dum ita disposita sunt, ut centra habeant in eadem recta linea, minime vim resiliendi adaugere; hanc vero vim eam esse, qua duo quælibet ex his corporibus se mutuo repellunt. Sint exempli gratia spiræ A, B, C, D, E (*Vid. fig.* 23. *Tab. Addit.*) quarum una alteri incumbat, supremæ vero incumbat pondus P; patet jam ex superius demonstratis planum X Y eadem vi premi a spira E, dum pondus ei superincumbit, qua premeretur ab ipso pondere P, si nulla interjecta esset spira; eademque ratione spira E pari vi premitur a pondere P, ac si inter spiram E & pondus P alia spira D interponeretur; atque ita si aliæ spiræ atque aliæ interponantur, demonstrabitur planum X Y eadem vi premi, atque adeo spiram E eadem resiliendi vi semper donari, sive plures, sive pauciores spiræ inter primam E & pondus P interjectæ fuerint. Porro spira E eadem vi premit planum X Y, qua pellit aliam vicinam spiram D, hæc vero æquali vi spiram E repellit; ergo vis hæc resiliendi ea est, qua duæ quælibet spiræ se mutuo repellunt. Hinc vero liquet vim, qua aeris particulæ se mutuo repellere nituntur, crescere cum eadem proportione, qua distantia inter earum centra decrescit. Duplicato enim pondere P, spiræ seu aeris particulæ B, C, D, E ad dimidium spatium constringuntur, adeoque distantia inter earum centra dimidia erit; & triplicato pondere, distantia inter centra erit tertia pars ejus, quæ erat antea, dum a simplici pondere P spiræ premebantur; atque adeo distantia inter centra eadem proportione decrescit, qua pondus seu vis elastica & expansiva augetur.

medium, in Germania fuit Otto Guirikius, qui pulcherrima cum ea fecit pericula. Hæc impulerunt Nob. Boyleum, adjutum opera Gratoricis, Hookii, & Papini, ad similem Antliam in Britannia construendam, quacum plurima instituendo experimenta Philosophiam Naturalem summopere promovit, hinc *Machina*, vel *Antlia Boyleana* sæpe vocatur. Eadem tempestate Leydæ a Cl. Voldero alia inventa fuit, quacum An. 1675. in Laboratorio Physico experimenta instituta Leydæ fuerunt. Hanc machinam, nostra tempestate Cl. s'Gravesandius ad magnam perfectionem & simplicitatem reduxit, ita ut levi opera, & brevissimo tempore, ex Recipientibus maxima Aeris copia exantliari possit.

§. 1104. Aerem igni expositum rarefieri, proditum est in §. 775., adeoque Aeris elasticitas augetur, qua se quaquaversum explicat, vel dilatare nititur. Aer contra a frigore in volumen minus condensatur, ac si elasticitatis partem amisisset. Calefacti Aeris vis demonstratur, cum teneræ vitreæ inclusus phialæ, hermetice clausæ, igni magno exponitur, quippe se rarefactione adeo distendit, ut cum insigni crepitu phialam displodat (a). Vesicam antea non turgentem adeo inflat, ut prorsus crepet. Verum accuratiora circa vires rarefacti Aeris instituit Amontonsius (b) tentamina: quibus invenit, Aeris magnam aut parvam quantitatem, vasi inclusam, a calore Aquæ ebullientis tantam vim sua rarefactione acquisivisse, quæ ad pondus Atmosphæræ foret, uti 10 ad 33, aliquando uti 10 ad 35, quod aliquoties etiam observavi, quippe Aer ita calefactus elevare potuit Mercurium in tubo ad altitudinem $8 \frac{1}{7}$ pollicum, stante Mercurio in Barometro ad pollices 29.

Cum autem Aer in vase densior, quam est Atmosphæricus, reddebatur, & pari modo ejus vires in Aqua ebulliente explorabantur, deprehensus fuit habuisse expandendi vires in proportione densitatis suæ (c): ita Aer siccus est comparatus; simulac autem vel tantillum humidi in se ceperit, vires longe majores acquirit; verum hæc non ab Aere, sed ab elasticitate summa vaporis pendent, & ideo quoque eventus experimenti Amontonsiani non est omni tempore & loco idem, sed varietatibus subjicitur.

§. 1105. Quantum vero Aer ab igne rarefieri potest? Aeris

(a) *L'Hist. de l'Acad. Roy. An.* 1710. (b) L' *Hist. de l' Acad. Roy. A.* 1708. (c) *L' Hist. de l' Acad. Roy. A.* 1702.

Aeris expansionem a termino Glaciei incipientis, ad summum calorem æstivum, qui in Britannia datur, esse uti 6 ad 7, observavit Hauksbejus (a), quæ & in nostra regione fere etiam datur proportio, nisi quod fervidissimo die expansionem paulo majorem deprehenderim. Est volumen Aeris a statu incipientis glaciei usque ad calorem, quem Aqua ebulliens cum eo communicat, veluti 2 ad 3. Verum Cl. Bernoullius Petropoli observavit expansiones Aeris in aqua fervente, die æstivo calidissimo, & die brumali frigidissimo, uti 6, 4, 3 (b). Est volumen Aeris, frigidi instar glaciei, quæ formari incipit, ad eum calentem in vitro, quod liquefieri incipit, veluti 1 ad 3, si nempe Aer fuerit siccus; si autem aliquantum humidus fuerit, rarescit in volumen duodecies majus, imo ulterius, quam in statu incipientis glaciei fuerat. Hæc experimenta perpetuo pro Aeris humiditate & siccitate differunt.

§. 1106. Quæsitum fuit, an Aer sua elasticitate orbari omnino, vel pro parte possit, ita ut quasi ad languorem aliquem reducatur? Elasticitatem integram perstare 16 Annorum spatio affirmavit Robbervallius (c): illibatam eam, in Aere compresso, quinque annorum intervallo mansisse, accuratissimo mihi constitit experimento. Ex nonnullis experimentis opinatus fuit Hauksbejus, Aerem compressione ad languorem posse reduci; cum in vase Aer condensatus aliquamdiu manet, deinde sibi libere committitur, ut exeat quid possit, tum vas iterum claudatur, idque æque calidum elapso tempore aperiatur, denuo exibit Aer, qui ad aliquem languorem redactus videtur, cum ceteroquin prima vice ex vase egressus fuisset: non tamen difficultate caret observatio. Ceteroquin Aerem ope sulphuris incensi elasticitate orbari posse, Halesius demonstravit.

§. 1107. Aer sibi libere commissus, & a causa comprimente liberatus, intra Fluidorum interstitia se semper in formam sphæræ expandit; veluti videre est, cum Fluida sub recipiente ponuntur, atque ex hoc & illis Antliæ ope Aer exhauritur.

§. 1108. Quantum Aer, cum sibi libere committitur, nec amplius a vi quacunque externa comprimitur, sese

sua

(a) *Physic. Mechan. Experim. pag.* 170. *Tentamina Floren. pag.* 39. P. *I.*

(b) *Bernoullii Hydrodyn. Sect.* 16.

(c) *Du Hamel. Hist. Acad. L.* 4. *S.* 6. *C.* 1.

ſua elaſticitate expandere poteſt? Difficillime huic quæſtioni reſponderi poteſt, quia ex diverſiſſimis Fluidis elaſticis Atmoſphæra componitur, quorum elaſticitas admodum differt: ſi igitur quæratur, quantum Aer virgineus, quantum quodlibet aliud Fluidum elaſticum expandatur? prius hæc Fluida pura & non permiſta capienda ſunt, quod factu difficillimum. Deinde altera difficultas datur; quomodo in ſpatio inani ponemus ejuſmodi particulas, ut non amplius in ſe agant, ſed una ſibi libere committantur? nondum ſolutum eſt hoc Problema: ex craſſioribus nonnullis experimentis in maſſa notabili Aerea captis, colligere licet, Aerem, prout ad Terræ ſuperficiem fuerat, adeo rarefactum intumuiſſe, ut ſpatium 4000 majus occupaverit. Verum ad fluidum elaſticum, quod Aquæ admiſcetur, attendendo, ſæpe obſervavi, unicam ejuſmodi fluidi particulam, in tepente Aqua, ſe in volumen 46656000000 majus, quam antea conſpiciebatur, expandiſſe. (1).

§. 1109. Eſt Aer admodum neceſſarius Animalibus plurimis, more humano reſpirantibus, animantes enim a ſpiratione Aeris ſuſtinentur: idcirco Animalia incluſa recipienti, ex quo Aer educitur, reſpirare amplius nequeunt, nec Pulmones ab eo explicari; ſed hi ſibi commiſſi, propria vi contractili ſe conſtringunt, vaſa ſanguinea comprimunt, ita ut non amplius ſanguis per Pulmones, nec ex Corde dextro in ſiniſtrum, tranſire poſſit, quare ceſſante ſanguinis circulo, de vita animalis actum eſt. Volatilia majo-

(1) Cl. Boylius, aliique experti ſunt aerem nullius ope caloris dilatari poſſe in ſpatium 13769 vicibus majus ſpatio, quod prope terram ab Atmoſphæræ pondere compreſſus occupat. Cum vero Regiæ Londinenſis Academiæ Socii aerem ſexaginta vicibus coarctari poſſe teſtentur, ſi 13769 ducas in 60, habebis ſpatium aeris ſumme dilatati, ad ejuſdem maxime coarctati ſpatium, ut 13769 x 60, ſeu ut 826140 ad unitatem. Cumque, ut demonſtratum eſt, ſpatia ab aere occupata triplicatam habeant rationem ejus, quam habent intervalla inter centra particularum aeris, ſequitur (reperta radice cubica proxima numeri 826140, quæ eſt 93) intervallum inter centra particularum aeris ſumme dilatati, plusquam 93 vicibus ſuperare intervallum, quo diſtant earundem particularum centra, dum aer eſt ſumme coarctatus. Hinc argumentum traxit Newtonus, ut putaret aeris particulas non inſtar arcus aut ſpiræ formatas eſſe, ſed cum magna vi & ingenito ſe mutuo expellendi principio: cum aliter concipi non poſſe arbitretur, quomodo fere centies quaquaverſus ſe expandere poſſint aeris particulæ, & ita decies centies millies majus ſpatium occupare.

majora, ut & Terrestria animalia, satis cito moriuntur: Pisces diutius quidem vitam protrahunt, moriuntur tamen: nonnulla insecta in vacuo viva manent, alia moriuntur: Intumescunt tamen omnia, propter Aerem, in sanguine & omnibus humoribus hospitantem, qui, sublata Atmosphæra extrinsecus comprimente, se in vasis expandit, atque ita tumorem universo corpori conciliat.

§. 1110. In condensato Aere animalia diu, bene & hilariter vivunt; præcipue si continuo novus Aer adferatur, & aliquid antiqui ex recipiente emittatur. Hinc Urinatores vivunt satis bene in ampla campana, mersa sub Aqua, in Aere a 300 pedibus Aquæ compresso, & novies densiori, quam est ad Terræ superficiem, tantum novo Aere aliquantum reficiantur, & aliquid antiqui Aeris ex campana expellatur, veluti quotidianis observationibus confirmatur (a). Ceteroquin Animalia plurima in eodem Aere, & non renovato, clausa, brevi moriuntur; & quidem eo citius, quo vas, in quo hærent, fuerit minus. An id propter expirationes e suis Pulmonibus, tum ob reliqui corporis transpirationes, noxias vitæ, inutilesque respirationi? An quia Animalia Aerem in respiratione consumunt, aut eum ex statu elastico in fixam reducunt (b)? An potius est aliquid in Aere, quod Spiritu ductum alit & sustentat animantes, quod necessarium est ad vitam continuandam, quod continuo ab Aere secretum, sanguini in Pulmonibus admiscetur, quo ab Animali in vase consumto, actum est de vita? Stant Philosophi pro hisce sententiis: Forte, qui omnes simul conjungit, propius ad veritatem accedet.

§. 1111. Quemadmodum Aer ad vitam Animalium necessarius est, ita quoque primaria est causa Vegetationis Plantarum: nullum enim semen in vacuo Terræ commissum, humectatum, fotumque germinat, veluti in aperto Aere (c): imo omnes plantulæ, vel musci minimi fuerint, vel aquatiles algæ, in loco, ex quo abest Aer, aut ubi idem assiduo stagnans quiescit, statim moriuntur (d).

§. 1112. In Aere Aquei vapores natant, nunc pauciores, nunc copiosiores: Aquam autem in poros Vegetabilium & Animalium se penetrans, partes removet, relaxat

(a) *Phil. Transf. N. 444. Clare motion of Fluids.*
(b) *Hales hæmastatic. app. Exp. 6. pag. 323.*
(c) *Philos. Transf. N. 23.*
(d) *Boerhaave Chem. Vol. 1. p. 428.*

laxat, tumefacit: adeoque Aer vaporibus ſcatens, & cum iis ſe intra poros nonnullorum corporum inſinuans, efficiet, ut ab hoc vapore corpora eaſdem, ac ab Aqua, mutationes ſubeant. Operam dederunt Philoſophi, ut vaporum copiam, in Aere diverſo tempore natantem, menſurare poſſent. Inſtrumenta, huic ſcopo inſervientia, appellantur *Hygrometra*, *Hygroſtathmica*, *Hygroſcopia*, vel *Notiometra*, quorum inventum adſcribitur Maignano. Conficiuntur diverſiſſimæ figuræ ex Lignis, Funibus, Chordis inteſtinorum, Pergameno, Spongiis, Corio, Cotoneo, Spicis ariſtarum, Oleo vitrioli, &c. Præſtantiſſimam methodum Florentini (a) tradiderunt: varias plurimaſque alias Leupoldus (b) collegit. Verum nulli confidere licet, omniaque recenſita magnis defectibus ſubjiciuntur; plurimum etiam differunt mobilitate recentia & vetera. (1)

§. 1113. Nec inutile, nec inamœnum erit, univerſam Atmoſphæram conſideraſſe, cujus partem quaſi tantum huc uſque perſpeximus. Atmoſphæra ab omni parte Terrarum orbem ampleƈtitur; qui ſi quieſceret, nec circa axim diurno motu circumageretur, ex legibus Gravitatis Atmoſphæræ figura ſphærica foret, quia non poteſt quieſcere Fluidum, niſi a centro Gravitatis univerſa ſuperficies æqualiter diſtiterit.

§. 1114. Verum Terra circa ſuum axim motu diurno, & cum ea ſimul Atmoſphæra vertitur: Quamobrem hujus partes diverſis viribus centrifugis ab axe recedent, eo majoribus, quo ab axe plus diſtant, per §. 411. & quidem directione perpendiculari ad axim recedent.

§. 1115. Idcirco figura Atmoſphæræ evadet ſphæroidea, nam

(a) *Tentam. Flor. pag.* 14. *& ſeq.*
(d) *Theat. Static. Univerſ. Part.* 1. C. 7.

(1) Quorundam Hygrometrorum conſtructionem in tironum gratiam hic exhibere haud abs re fuerit. Funis cannabinus, aut nervus fidium (*Vid. Fig.*24. *Tab. Addit.* AB per parietis longitudinem extendatur ſuper rotula B; alterique ejus extremo D pondus alligetur, cui infixus ſit ſtylus FG. Eidem parieti affigatur lamina metallica HI in quotvis partes æquales diviſa: conſtructum erit Hygrometrum; aeris enim humor funium & chordarum longitudinem ſenſibiliter minuit, quo expirato prior longitudo reſtituitur, ut experimentis pluribus compertum eſt. Aeris ergo aucto humore pondus G aſcendet, imminuto deſcendet, indicabitque index FG in lamina HI aſcenſus vel deſcenſus ſpatia, ideſt, varios humiditatis aeris gradus. Quod ſi ſenſibilius Hygroſcopium deſideres, funem aut nervum fidium circa plures trochleas circumvolve, ut in *fig.* 24. * *Tab. Addit.*, & reliqua fiant ut ante. *Vide Wolfii Aerom. cap.* 7. *probl.* 45.

nam ejus partes in Æquatore, & in vicinis ab utraque parte locis, multo plus ab axe distant, quam in locis Polis propioribus; & supra Polos erit vis centrifuga minima: Atmosphæræ igitur axis major per Æquatorem, minor per Polos transibit.

§. 1116. Quoniam in plano transeunte per Æquatorem vis centrifuga Gravitati est directe opposita, Aer Æquatori & locis vicinis incumbens omnium maximam jacturam gravitatis patietur; sed eo minorem, quo Aer regionibus, Polo propioribus, incubuerit: adeo ut in locis Polaribus vis centrifuga nihil de gravitate Aeris tollat, cum in eam sub Æquatore directione perpendiculari agat. Quamobrem pondus Atmosphæræ supra Æquatorem debebit apparere minimum, prope Polos maximum: quemadmodum observationes Baroscopicæ quoque evincunt.

§. 1117. Sed & Aer supra Æquatorem debet esse multo rarior, utpote minus ponderans, minusque inferiorem, cui incumbit, comprimens, quam in locis majoris latitudinis, in quibus crassior sive densior erit.

§. 1118. Quamvis igitur easdem exhalationes corporum terrestrium Atmosphæra, ubivis in se reciperet, erit tamen Aer prope superficiem Terræ in diversis regionibus admodum discrepantis densitatis & raritatis; discrimen augent Montes, valles, exhalationes valde diversæ, vapores; veluti id homines experiuntur, cum in nonnullis regionibus Aerem conditioni sui corporis magis convenientem, quam in aliis animadvertant (a).

§. 1119. Aer in superiori parte Atmosphæræ sibi libere est commissus, adeoque se quantum potest, expandet. Quo editior est Aer, & quo longius a Terrarum colluvie recessit, hoc sincerior puriosque est: pars ima & vicina Terris comprimitur a pondere superioris: erit hic igitur compressus, spissior & in minus volumen adactus. Quamobrem si rectam conceperimus, a superficie Terræ ad supremam Atmosphæræ superficiem; in hac particulæ Aereæ variæ magnitudinis erunt, eo majores, quo Atmosphæræ limitibus ultimis propiores fuerint.

§. 1120. Quoniam in Baroscopio Mercurius a pondere Atmosphæræ premitur, ut in hac regione in ipso Terræ solo ad altitudinem 29 pollicum Mercurius adscendat, si quis cum Baroscopio Turrim vel montem adscenderit, in

cacu-

(a) *Lucret. lib.* VI. *Ver.* 1101.

cacumine non tanta copia Aeris, quam ad radicem, Mercurio incumbet, ideo, hic minus pressus, etiam ad minorem altitudinem in tubo suspendetur: periclitationes in multis regionibus captæ id comprobaverunt: Ipse in Trajectina altissima Turri sum expertus, Mercurium in Tubo $\frac{1}{12}$ pollicis descendisse, quotiescumque $82\frac{4}{12}$ pedes Rhen. adscenderam. Fevilleus in littore Teneriffæ Mercurii altitudinem observavit 27. poll. $9\frac{5}{6}$ lin.; excelsissimum deinde montem 2193 hexapedarum adscendit, in cujus vertice Mercurius tantum altitudinis 17 poll. 5. lin. fuit. Non tamen id perpetuo pari proportione in eadem regione, vel in diversis obtinebit, quia Atmosphæra non semper est æque gravis, nec æque pura, nec impraegnata exhalationibus æque ponderosis: nec æque calida, aut frigida, nec æque elastica. Inde provenit, ut, qui observationes alias examinat, eas non prorsus inter se congruere animadvertat, etiamsi in eodem monte captæ fuerint (a).

§. 1121. Si experimenta cum Baroscopio instituantur in diversis montis excelsissimi altitudinibus, Mercurius in constanti proportione, quæ ex Lege Elasticitatis sequitur, non subsidet; sed semper Mercurius minus descendit, quo altius adscenditur; veluti observationes plurimæ a Cassino, Plantade, Clapies, (b) & Scheuchsero (c) captæ ostenderunt: procul enim abest, ut Aeris expansiones sint in ratione inversa ponderum prementium, cum in sublimi Aere expansiones fuerunt in majori ratione, quam inversa duplicata ponderum: hæc pendent 1. a variis viribus centrifugis, quibus in diversis altitudinibus partes Aeris sursum pelluntur. 2. a differenti Aeris gravitate ad varias distantias a centro Terræ, secundum §. 228. 3 sed & Aeris puritas, & hinc oriunda elasticitas in altitudinibus variis discrepat.

§. 1122. Quoniam igitur lex Elasticitatis in superiori Aere nondum cognoscitur, ex ea Atmosphæræ vera altitudo erui non potest. Methodus illam ex crepusculis deter-

(a) *Tentamina Florent. pag.* 51. *& seq.*
(b) *L'Hist. de l'Acad. Roy. An.* 1705. 1733.
(c) *Philos. Trans. N.* 405.

terminandi est quoque admodum incerta, cum horum initium & finem accurate assignare non liceat. (1)

§. 1123. Si oculos sursum tollamus, cælum videmus cæruleum; quia spatia cælestia supra Atmosphæram sunt inania; idcirco apparent nigra; verum Aer reflectit

(1) Celeberrimam inter recentiores Philosophos quæstionem de Atmosphæræ altitudine, variaque aeris in sublimoribus regionibus densitate, hic jejune attingit Auctor. At operæ pretium erit, si potiora huc spectantia ratiocinia memoremus. Jam vero ex superius indicatis patet specificam aeris gravitate esse ad gravitatem aquæ, ut 1. ad 800: est vero aquæ gravitas specifica ad hydrargyri gravitatem, ut 2 ad 27, seu ut 800 ad 10800; ergo ex æquo ordinate erit gravitas specifica aeris ad specificam mercurii gravitatem, ut 1 ad 10800: atque cylindrus aeris altitudinis 10800 digitorum, seu pedum 900, ejusdem ponderis erit cum cylindro argenti vivi altitudinis unius digiti; quare hydrargyri 28 digiti barometro contenti, qui cum Atmosphæra æquilibrantur, pondere suo columnam aeris æquabunt altitudinis digitorum 302400, seu pedum 25200, dummodo aer in tota sua expansione eandem ubique obtineret densitatem, idemque adeo sub eodem volumine pondus.

Verum cum aer ob vim elasticam dilatetur, seseque expandat pro ratione, qua minuitur superincumbentis Atmosphæræ pondus, non eandem ubique densitatem obtinebit, sed eo majorem, quo propius Telluri spectatur. Quam ob rem sit columna aeris (*Vid. fig. 25. Tab. Addit.*) ABCD a telluris superficie A B ad Atmosphæræ usque summitatem DC exporrecta, sitque divisa in innumeras partes æquales A F, E H, G M &c. æqualibus scil. sumtis altitudinibus AE, EG, GL &c. etsi vero aer AF per totam altitudinem AE non eandem ubique densitatem obtineat, nec aer EH per totam altitudinem E G eandem præcise densitatem habeat, quoniam vero magnitudines A F, EH exiguæ valde supponuntur, quod per singularum altitudinem occurrit densitatis discrimen, ut exiguum & insensibile contemni merito potest, ejusdemque adeo densitatis singulæ spectari possunt per totam earum altitudinem. Jam vero demonstratum est aeris varias densitates eandem inter se rationem habere, quam habent pondera quibus comprimitur; adeoque erunt densitates aeris in spatiis æqualibus A F, EH, GM &c. inter se ordinatim ut pondera aeris superincumbentis ESF, GSH, LSM &c. Sed in spatiis æqualibus A F, E H, G M &c. densitates sunt, ut materiæ quantitates inibi contentæ per §. 659, pondera vero quibus aer comprimitur, sunt ut quantitates materiæ ipsorum ponderum; erunt aeris quantitates æqualibus spatiis A F, E H, G M &c. contentæ, inter se ordinatim, ut quantitates aeris superincumbentis E S G, G S H, L S M.

Est igitur aeris quantitas A F ad quantitatem aeris E H, ut quantitas aeris E S F ad aeris quantitatem GSH, & alternando A F : E SF :: E H : GSH, & invertendo ESF : A F :: GSH : E H, & componendo A S B : A F :: E S F : E H, & iterum alternando ASB : ESF :: A F : E H. Et eodem modo demonstrabitur esse ESF : GSH :: EH : GM; & ita porro. Si ergo demonstretur quantitates aeris in spatiis A S B, E S F, G S H &c. esse continue proportionales, consequens erit aeris quantitates spatiis AF, EH, GM &c. contentas esse etiam continue proportionales. Quod vero aeris quantitates ASB, ESF, GSH &c. sint continue proportionales, ex modo dictis facile liquet; est enim ASB : A F ::

lucem Solis, eam non in radiolos separando; hæc lux albet: proinde cælum, & nigredinem cum alba luce permixtam contemplantes, colorem cæruleum percipimus; eodem

---

AF :: ESF : EH : ergo convertendo ASB : ESF :: ESF : GSH. Similiter est ESF : EH :: GSH : GM :: ergo etiam convertendo ESF : GSH ; GSH : LSM :: & ita porro. Aeris igitur quantitates æqualibus spatiis AF, EH, GM &c. contentæ geometricam progressionem component. Sed his aeris quantitatibus respondent eorundem densitates; erunt igitur densitates aeris in spatiis æqualibus AF, EH, GM &c. in continua geometrica proportione. Jam vero altitudines AE, AG, AL &c. quibus dictæ aeris portiones a telluris superficie distant, æquali omnes intervallo se superant, suntque adeo in continua aritmethica proportione: crescentibus igitur dictis altitudinibus in arithmetica progressione, respondentes aeris densitates in continua progressione geometrica minuentur, seu, quod ad idem recidit, respondentes aeris raritates augebuntur in continua proportione geometrica, quemadmodum Cl. Hallejus invenit.

Quæ hactenus demonstrata est, varias aeris densitates definiendi, invicemque comparandi ratio, in Galilæana gravitatis hypothesi locum modo vindicat, supponendo scilicet gravitatis vim ubique constantem, & quantitati materiæ proportionalem. At sciendum Cl. Newtonum *prop.* 21. & 22. *l.* 2. *Princip. Math.* eandem densitatum rationem inquirere in aliis gravitatis hypothesibus, hæcque ille statuit theoremata. 1 Si gravitatis vis reciproce proportionalis supponatur distantiarum quadratis, sumanturque distantiæ in progressione musica, erunt respondentes aeris densitates in progressione geometrica. 2. Si gravitatis vis reciproce proportionalis sit distantiæ a centro, sumanturque distantiæ a centro continue geometrice proportionales, erunt respondentes aeris densitates continue etiam proportionales. 3. Si gravitatis vis sit directe ut distantia, ac ejusmodi sumantur distantiæ, quarum quadrata arithmeticam progressionem constituant, erunt respondentes aeris densitates in progressione geometrica. Atque ita definitam habes densitatum aeris rationem in singulis his hypothesibus, quas reapse in tellure obtinere probabile reputat Cl. Newtonus. Ubi & illud spectari hic etiam opportunum erit, quod ex præscripta densitatum aeris ratione in hypothesi gravitatis reciproce distantiarum quadratis proportionalis, consequitur, ipsique Newtono indicatur *prop.* 41. *l.* 2. *Princ. Math*, quod scil. si ascendatur a superficie terræ ad altitudinem semidiametri terrestris, aer ibi rarior fit, quam apud nos, in ratione longe majori, quam spatii omnis infra orbem Saturni, ad globum diametro digiti unius descriptum; atque adeo globus aeris nostri digitum unum latus ea cum raritate, quam haberet in altitudine semidiametri terrestris, impleret omnes Planetarum regiones ad usque sphæram Saturni, & longe ultra; quemadmodum fusius deductum est a Davide Gregorio *Astronomiæ Physicæ l.* 5. *prop.* 3. Verum quæ hactenus ex Newtono indicavimus, locum modo habent, dummodo supponatur aeris densitatem viribus comprimentibus esse proportionalem, seu esse aeris compressi spatia ponderibus comprimentibus reciproce proportionalia, quod sane prope telluris superficiem reapse obtinere plura experimenta probant. Verum fingi quoque possunt aliæ condensationis leges, veluti quod aeris compressi densitas sit in ratione subduplicata, vel duplicata vis comprimentis, vel quod cubus

dem modo ac pictores ex albo nigroque pigmento cæruleum conficiunt. Non autem Aer ex luce colorem cæruleum separat, quia tum omnia objecta, lucem reflexam ab Aere excipientia, cærulea viderentur.

cubus vis comprimentis sit ut quadrato-quadratum densitatis, vel ut quadrato cubus densitatis &c. In his vero singulis hypothesibus, densitatum proportio per sublimiorem Geometriam erui semper poterit, ut videre est in Mon. Acad. Reg. Scient. A. 1716., ubi hanc materiam subtilissime tractat Varignonius.

Sed redeamus ad Galilæanam gravitatis hypothesim, videamusque quid ulterius ex ea pro definienda Atmosphæræ altitudine consequi potest. Quæ secundum illam obtinent progressiones geometrica & arithmetica, prior scil. densitatum, altera altitudinum, hanc proprietatem servant, ut sumtis duobus terminis quibuscunque progressionis geometricæ, ex. g. densitatibus aeris in spatiis EH, QC, quibus in arithmetica progressione respondent altitudines AE, AQ, ratio quam habet densitas aeris AF (nempe primus progressionis geometricæ terminus) ad densitatem aeris EH, tantundem contineatur in majori ratione, quam habet eadem densitas AF ad densitatem aeris QC, quantum altitudo AE continetur in altitudine AQ. Quo posito ex data in duabus diversi aeris regionibus densitate, facile colligi potest altitudo cuivis datæ alteri densitati respondens; adeoque posito ultimo raritatis gradu, ultra quem nequeat ulterius aer rarefieri, nullo negotio totius Atmosphæræ altitudo colligi posset. Jam vero constat ex Mariotti, & Hallei observationibus, argentum vivum in barometro ad distantiam 81. pedum supra terræ superficiem, decima fere digiti parte descendere; quare cum prope tellurem consistat intra tubum ad altitudinem 28 digitorum, seu 280 partium digiti decimarum, supra turrim 81 pedes altam consistere debet mercurius ad altitudinem 279. earundem partium: Sed aeris densitates sunt ut pondera, quibus comprimitur; ergo erit aeris densitas in telluris superficie, ad densitatem supra turrim, ut 280. ad 279. Dictum est etiam ex Boylio aerem nullius ope caloris dilatari posse in spatium 13769 vicibus majus; quare si ad ultimum atmosphæræ terminum ita dilatatus sit aer, erit densitas aeris prope tellurem ad densitatem, quam habet in ultimo Atmosphæræ termino, ut 13769 ad unitatem, sive ut 3841551 ad 279. Atqui eadem aeris densitas prope telluris superficiem est ad densitatem supra turrim altam pedes 81, ut 280 ad 279; quare hæc densitatum ratio tantundem in illa majori densitatum ratione continetur, quantum numerus 280 continetur in numero 3841551.: tantundem ergo, ex dictis, pedes 81 contineantur oportet in totius Atmosphæræ altitudine, quæ idcirco per regulam auream prodibit pedum fere 1125026.

Finita jam esset omnis de Atmosphæræ altitudine controversia, si reapse in omnibus aeris regionibus superius posita, proportio obtineret inter aeris densitatem, elasticitatemque, cum ponderibus comprimentibus: verum utut in inferioribus, & prope tellurem aeris regionibus ea proportio observatur, in superioribus tamen regionibus non accurate cum experimentis & observationibus quadrat. Dictum quippe est cylindrum aeris altum pedes 900., & ejusdem ubique densitatis, quam habet prope telluris superficiem, ejusdem esse ponderis cum cylindro argenti vivi altitudinis unius digiti; atque adeo decimam partem digiti argenti vivi ejusdem esse ponderis ac 90 pedes aeris,

§. 1124. Quotiescunque corpora terrestria fermentantur, effer-

aeris. Si igitur aer per totam Atmosphæram æque densus esset, & ejusdem ubique ponderis sub eadem mole, ut argentum vivum in barometro decima digiti parte deprimatur, attolli deberet barometrum ad altitudinem pedum 90. supra tellurem. Est vero aer ad majorem a Terra distantiam dilatatus, ac minori pondere onustus; igitur multo major quam 90. pedum esse debet altitudo supra tellurem, in qua adductum barometrum decima digiti parte minuitur. Verum inter variationum barometri indagatores, qui maxime extendunt hanc altitudinem decimæ digiti parti competentem, non majorem 82 pedum eam assignant: quare in regionibus superioribus minor est aeris densitas, quam quæ esse deberet juxta positam cum superincumbente pondere proportionem; & in majoribus a terra distantiis adhuc longe minorem esse aeris densitatem deprehenderunt Cl. Casinus, ceterique qui ad producendam Observatorii Parisiensis lineam meridianam, plurium montium altitudines summa diligentia explorarunt.

Id sane discrimen inter proportionem densitatis aeris cum suo pondere prope telluris superficiem, & in altioribus regionibus, ex eo potissimum oritur: quod non eadem sit aeris hujus & superioris natura. Imprimis enim non idem est in utroque aere calor, cujus vi aeris elasticam facultatem plurimum augeri constat. Deinde infimus hic aer vaporibus e terra, marique prosilientibus, est refertissimus, quibus sane vel nulla, vel exigua valde est elasticitas, iidemque ob mollitiem facile inter se cohærere & in pluviam abire possunt. Hinc liquet aerem hunc inferiorem ob exiguam vim elasticam, qua præditus est præ illa, qua superior aer pollet, longe densiorem esse, superiorem vero ob majorem se expandendi vim longe rariorem esse, quam pro ratione superincumbentium ponderum. Hæc elasticitatis lex in superiori aere experimentis nullis, & observationibus innotescit: quam vero in inferiori aere obtinere deprehendimus, ob variatas jugiter ejus conditiones ex variis vaporum, exhalationumque quantitate, & qualitate, nec constans esse potest: hinc Atmosphæræ altitudinem ex hoc fonte derivari quandoque posse omnino desperandum.

Quænam vero est methodus Auctori indicata Atmosphæræ altitudinem ex crepusculis definiendi, si horum initium, vel finis accurate cognosci posset? Ut clarius res tota aperiatur, sit (*Vide fig. 26. Tab. Addit.*) AHI circulus in telluris superficie in eodem plano cum eo, quem Sol infra horizontem describit, circa quem sit alius concentricus circulus OEK continens in eodem plano aeris portionem, quæ Solis radios ad tellurem reflectens, crepusculum gignit. Sit A oculus in telluris superficie, cujus horizon sensibilis sit AF. Jam vero Sole infra hunc horizontem depresso; nulli ejus radii directe possunt ad oculum A pertingere, quod scil. per 16. l. 3. Elem. inter tangentem AF, & circulum AH nulla duci potest recta linea: At eodem Sole infra horizontem AF degente, veluti in L, plures dantur radii, qui in Atmosphæræ particulas incidentes, veluti in B, inde ad oculum reflectantur per BA, suntque hi crepusculorum causæ. Ex puncto E superficiei aeris reflectentis, ubi horizon sensibilis circulum OEK secat, ducatur EG circulum AHI tangens in G, sitque Sol in hac linea; & erit radius incidens GHE in A reflexus ad oculum, ob æquales angulos CEA, CEH, eritque qui primus mane ad oculum pervenire potest, & ultimus qui vespere ibidem pertinget: eoque idcirco crepusculi matutini initium,

effervescunt, putrefiunt, comburuntur, vel Fluida supra ignem ebulliunt, ejaculantur ex se exhalationes fluidas, raras, tenues, vix conspicuas, elasticas, sonoras, Aeri similes, ab eo tamen proprietatibus differentes, veluti vidimus in §. 1060. Hæc, ut & alia fluida elastica in Atmosphæra deprehenduntur; hæc examinanda quoque forent, nisi angustiis temporis excluderemur; de hisce nonnulla videri possunt apud præstantissimos Philosophos, Boyleum, Mariottum, Cotesium, Reaumurium, s' Gravesandium, Halesium.

CAP. XXXVII.

De Sono.

§. 1125. SOnus 1. aliquam conditionem in corporibus sonantibus notat; 2. tum quandam affectionem in Aere, ab his sonantibus inductam. 3. Ideam, quam Mens format, postquam ab Aere sonante organum Auditus affectum fuit. Hoc ordine brevissime tria percurram.

§. 1126. Sonum excitari observamus, quotiescunque corpus Firmum, vel Fluidum per Aerem celeriter movetur; veluti cum tenue vimen antrorsum & retrorsum celeri-

 ter

tium, & vespertini finis denotatur. Detur vero ejusmodi crepusculi matutini initium, vel etiam vespertini finis, & dabitur angulus GEF, qui Solis, ad id crepusculi initium vel finem, depressionem metitur; & quia EA tellurem quoque tangit, ob angulum CAE rectum, erit angulus ACH æqualis angulo depressionis Solis GEF, uterque enim cum angulo AEH duos rectos conficit; eritque adeo angulus ACE dimidio anguli GEF æqualis. Sit itaque Solis, exeunte crepusculo, depressio 18 graduum, & erit angulus ACE novem graduum. Notis itaque in triangulo rectangulo ACE angulo ACE, & noto latere CA semidiametro telluris æquali, innotescet ex Trigonometria latus CE, atque adeo NE, Atmosphæræ Solares radios reflectentis altitudo. Patet igitur ex noto crepusculi initio, vel fine, Atmosphæræ altitudinem lucis radios reflectentis facile innotescere. At nulli hactenus certi definiti sunt limites, quibus crepusculorum initium vel finis continetur; eorum quippe duratio pendet ex quantitate materiæ in aere suspensa ad lucis inflexionem idonea, & ex altitudine aeris. Hyeme frigore densatus aer humilis est, & exinde cito desinunt crepuscula, seroque incipiunt: Æstate vero calore rarefactus aer altior est, & diutius a Sole illustratur, unde protrahuntur crepuscula. Nova jugiter & in qualibet anni tempestate contingere in Atmosphæra possunt, quæ crepusculorum durationem modo longiorem, modo breviorem reddunt, quæque sane mortalium nemo definire poterit.

ter vibratur. 2. vel cum Aer in corpora Firma quiescentia rapidissime incurrit, uti cum ventus spirat in arbores, rudentes, fistulas. 3. vel cum duo corpora Firma, in Aere posita, inter se colliduntur. Nunquam autem Aer solus per se sonat, neque corpora firma in vacuo posita; sed oportet, & Aer, & corpora adsint, quæ in eo moveantur.

§. 1127. Investigandum igitur est, quis motus in corpore Firmo requiritur, ad Aerem ita afficiendum, ut inde Sonus eliciatur. Ob oculos ponatur chorda elastica recta AB, (*Tab.* 13. *Fig.* 2.) tensa utrimque in A, & B, hæc a causa quacunque E, in situm A E B, inflectatur, tum subito laxata se elasticitate restituet, eundo etiam in situm oppositum A C B. Dum vero ita vibratur, parte ejus, quæ sibi mutuo impositæ erant, veluti in F G (*Tab.* 13. *Fig.* 3. 4.), partim a se recedunt, cum chorda in situm H I K, inflectitur, partim ad se comprimuntur, quia decrescit chordæ crassities: adeoque partes componentes nunc a se recedunt, nunc ad se accedunt, chorda ex una inflexione in aliam eunte & redeunte. In his motuum generibus non consistit corporis Sonus. Verum si chorda A B, (*Tab.* 13. *Fig.* 2.) a corpore quodam duro percutiatur, ita ut non modo inflectatur in situm A E B, sed etiam partes percussæ alio adhuc motu tremulo agantur, tum durante partium tremore Sonus excitatur.

Hoc patet ex sequentibus experimentis: 1. Sit A B (*Tab.* 13. *Fig.* 2.) fides Clavicymbali, quæ calamo corvino percutiatur, oscillabit, sonabit; decidente clavi, obducta panno, cessat sonus, pergetque adhuc vibrari fides; prope ipsam corpus durum, in quod incurrat, teneatur, iterum sonabit, ab hoc autem corpore oscillationes impediuntur, non augentur; excitatur tamen Sonus, quia novus tremor partibus attactis inducitur.

2. Chorda A B, supra violinum tensa, percutiatur plectro, uncto sebo vel oleo, vibrabitur chorda, non tamen ex ea elicietur sonus; plectrum autem exasperetur colophonia, ab eo percussus nervus sonabit, nunc non tantum oscillantibus partibus, sed simul trementibus alio motu.

3. Prout chorda A B, tensa supra violinum varia directione, vel perpendiculari ad longitudinem, vel obliqua, percutitur, alius auditur Sonus, qui non ab oscillationibus pendet; nam chorda eodem modo vibratur: sed ob alium partium tremorem differt Sonus.

4. Si

4. Si chorda longa percussa sonet, non modo unus sonus, sed plures, & quasi integer concentus auditur; Musicis peritis testantibus: fit autem una tantum oscillationis species, tremoris vero plures, prout nonnullæ partes facilius, & citius, aliæ lentius tremunt.

5. Nec tantum in fidibus & chordis, sed in quibuscunque corporibus sonantibus id obtinet: nam percutiatur campana, sonum edet; expectetur, donec Sonus non amplius audiatur, tum nondum campanæ oscillationes desinent; deinde teneatur aliquod corpus durum prope campanam, in quod vibrationibus suis incurrat, iterum edetur sonus.

6. Si supra campanam nix ceciderit, pulsata campana vix sonabit, non quia oscillationes desinunt, sed motus partium subsultorii, a mallei ictu inducti, cessant.

7. Si tenacula ACB (*Tab.* 13. *Fig.* 5.) prius adducta, deinde laxata, elasticitate agatur, & contremiscat, non sonabit, verum pars CA extrinsecus in aliquod durum corpus incurrat, quod oscillationes potius minuit, illico audietur sonus.

8. Si fides vel chorda parum tensa sit, & vehementer percutiatur, parvus vel nullus ex ea elicietur sonus, quamvis in magnas agatur oscillationes, si vero valde tensa fuerit, licet parum percutiatur, clare sonabit.

Qui pluribus hanc sententiam adstructam cupiat, consulat Perraultum (a), Carreum (b), de la Hirium (c). (1)

(a) *Essay de physiq.* (b) *L'Histoir. de l'Acad. Roy. A.* 1709. (c) *L'Hist. de l'Acad. Roy. An.* 1716.

(1) Juvat tamen in majorem hujus doctrinæ confirmationem sequentia observare. 1. Si campana vitrea immobiliter parieti adfixa parvo intervallo ab opposito clavo distet, interimque campana pulsetur, ut sonum aliquem edere possit, vel oculis ipsis intuebitur immobilem campanam iteratis ictibus clavum percutere, idque tandiu fieri, donec perdurat sonus. Quod sane argumento est campanam eo tempore, quo sonum emittit, quoad omnes suas minimas partes totam tremere, motuque hoc tremulo quemadmodum clavum, ita aerem circumfusum iteratis sæpius ictibus percutere; eoque motu per aerem omnem propagato, auditus sensorium adfici, tandemque nobis sonum percipi. Quod si tremuli hujus motus partium campanæ nulla fiat in aere communicatio, nulla erit soni perceptio. Hinc si in recipiente machinæ Pneumaticæ inclusa fuerit campanula utut vehementi ictu percussa sonum nullum edet, quod scil. tremulus partium campanæ motus tum aeri externo non communicetur.

2. Si post ictum mallei campanæ incussum, campanam ipsam manu apprehendas, aut si major fuerit, quam ut manibus apprehendi valeat, extensis brachiis amplecteris, eam notabiliter tremere, & brachiis tremorem communicare deprehendes.

At

§. 1128. Quoniam igitur Sonus in motu tremulo, vel subsultorio partium in corpore sonante consistit, atque varii tremoris gradus, majores minoresque esse possunt, etiam Soni intensitas, tum a magnitudine tremoris, partibus inducti, tum a multitudine partium trementium pendebit. Idcirco ad Sonum intensum suscitandum causa vehementer percutiens corpus requiritur; tum ut dura sit: hinc si a malleo ligneo molli campana percutiatur, vix sonabit: si a metallico, vel ferreo durissimo, etiamsi æque gravi feriatur, multo intensius sonabit: si calamistro corvino fides percutiatur, gratus & intensus orietur sonus, si id vero flexilius fuerit ex ansere, vel alia ave, percussa fides vix sonabit.

§. 1129. Quoniam omnia corpora Elastica concipiendis & continuandis tremoribus sunt aptissima, erunt quoque hæc maxime sonora, veluti experientia probat: hinc fides fiunt ex Orichalco & Chalybe; & Chordæ ex intestinis Animalium; & Instrumenta Musicorum ex lignis admodum elasticis, quæ Sonum semel excitatum, aliquandiu producunt. Mollium vero partes vix contremiscunt, hinc percussa hujusmodi corpora vix sonant, aut sonum unius momenti tantum edunt, veluti cum plumbum percutitur, vel Fluidum ex vase ad aliud Fluidum effunditur (1).

§. 1130.

At longe breviori tempore perseverabit tremor ille, quam si nulla ratione eam tetigisses; diutissime enim post inflictum malleo ictum, præsertim campanæ ingentis magnitudinis, tinnitus perseverat, qui ab alterius corporis contactu vel omnino destruitur, vel plurimum impeditur. Quamdiu tinnitus ille perseverat, tremulus campanæ motus sensu percipi potest, si digiti extremum quolibet in loco campanæ admoveas.

3. Si vasis vitrei latera digito circumducto ita premantur, ut sonum emittant, palam est aquam ipso vase contentam tremore cieri, & ferme ebullire, adeout minutis subsultibus minimæ ipsius particulæ quandoque sursum exiliant. Si scutellam, vel simile vas argento vivo impleas, videbis ejus superficiem crispari, variisque tremoribus agitari, quotiescunque vel campanæ pulsantur, vel currus strepitum, aut alium quemvis sonum audieris; quinimo vix ac ne vix quidem audies e longinquo appropinquantium equorum, vel curruum strepitum, cum jam hydrargyrum tremore suo illum indicare observatur.

(1) Patet itaque corpora eo magis sonora esse, quo densiora fuerint, majorique elaterio donata: quippe ceteris paribus, plures corporis partes ex eodem ictu tremorem concipiunt, majoribusque vibrationibus moventur. Cum autem tremulus sonori corporis motus aeri necesse est communicetur, ut ad aures usque nostras perveniat, consequens est eo fortius corporis sonum aures percellere, quo aeris densitas, & elasticitas majores fuerint. Hinc 1. liquet in aperto aere sonum calore minui, in clauso vero calore augeri; apertus enim aer ubi calore afficitur, sese continuo

dila-

§. 1130. Si duæ chordæ tensæ percutiantur, sonentque, atque altera lentius, altera citius, suas oscillationes absolvat; Sonus ab utraque excitatus, & comparatus, appellatur *Tonus*; horum ille *Gravior* dicetur, quem lentius oscillans excitat; alter *Acutior*, quem chorda celerius agitata edit. Omnes idcirco Soni referuntur ad *Tonos Graves* & *Acutos*: termini autem ubi desinunt Graves, & incipiunt Acuti, pendent ab arbitrio; hi nonnunquam a Musicis ponuntur, ubi est media littera C in Clavicymbalo (1).

§. 1131. Videntur proinde celeritates tremorum cum celeritatibus oscillationum utcunque convenire, saltem in plurimis occasionibus; etiamsi id non universaliter verum sit, uti colligimus ex tonis editis a chorda, quæ directione

---

dilatat, suamque adeo elasticitatem densitatemque imminui necesse est. Contra si aer undique clausus sit, sese minime poterit dilatare, quo fit ut priorem retinens densitatem, auctam habeat elasticitatem, quapropter augeri sonum necesse est. 2. Æstate sonos minores esse, ceteris paribus, quam hyeme, quod scil aer terram ambiens calore rarefactus, minori elasticitate, minorique densitate præditus sit. 3. Sonos ceteris paribus majores esse noctu, quam interdiu; nam sicut aer æstate calorem, frigus hyeme contrahit; sic pariter friget noctu, cum interdiu a Sole incalescat. 4. Demum in compresso aere majores esse sonos, quod in eo cum aucta densitate, augeatur etiam elasticitas.

(1) Diversitas igitur tonorum gravis & acuti ex crebritate & frequentia vibrationum, non vero ex majori vel minori earundem velocitate (quæ Aristotelis opinio fuit) dependet. Quod ut facilius intelligatur, tende primum sonoram chordam, sed paulo laxius, ut illius itus, reditusque, vel ipsis oculis observare possis. Aerem sane hæc chorda quolibet itu ac reditu pulsat, aer vero pulsus ad aureum perveniens, auditus sensorium movet; sed quoniam quæ eo motu fit in sensorio plaga jam consolidata est, nullo ejus remanente vestigio, dum appulsu alio nova fit plaga, ob sensibile interjectum tempus inter unum & alterum appulsum, hinc fit ut nulla ferre excitetur soni perceptio. Tende paulo vehementius chordam, itaut itus reditusque inobservabiles ob crebritatem sint, tum stridorem quendam, sibilumve aure percipies, quod appulsus ad aurem facti plurimum continentes non patiuntur plagam semel factam consolidari. Tende chordam adhuc vehementius, & clarum demum percipies sonum ob appulsus magis magisque continentes. Hinc ergo patet vibrationum majorem, minoremve frequentiam tonorum varietatem inducere. Quod de chorda dictum, circa cetera sonora corpora obtinere putandum est: sic lentus flatus in tibiam immissus sonum edit nullum, ob non crebros pulsus, repulsusque intra latera tibiæ; neque lentus flatus ex pulmonibus emissus sonat, ob parum crebros pulsus, repulsusque per arteriam, ipsumque os; ita enim quæ in organo fiunt plagæ ob pulsuum infrequentiam satis cito consolidantur; sed vehementiori flatu sonus percipitur, ob frequentiores, manentesque in sensorio plagas.

ne obliqua vel recta percutitur; tum quæ a digito ad obstaculum levius vel fortius apprimitur, quæ cum oscillationibus iisdem tonos diversissimos edit.

§. 1132. Chorda tensa, & non a nimis magna vi percussa, ab initio ad finem tonum eundem edit.

Observatum enim fuit, chordæ AFB (*Tab.* 13. *Fig.* 6.) inflexiones ACB, ADB, AEB, a ponderibus in medio C, D, E, appensis, esse ut hæc pondera; quum autem elasticitatis actio sit ut pondus inflectens, erit ea uti est inflexio, sive distantia a puncto F. Proinde actio elasticitatis cum gravi in Cycloide PQR (*Tab.* 13. *Fig.* 7.) moto comparari poterit, cujus vis semper est ut distantia a puncto infimo Q; unde hoc grave æqualibus temporibus suas oscillationes magnas parvasque absolvit; quamobrem chorda elastica etiam æqualibus temporibus suas oscillationes ACB, ADB, AEB peraget, tonumque eundem edet.

§. 1133. Cl. Sauveurius (a) supputavit viam a chorda certo tempore absolutam, cum maximis oscillationibus agebatur, postea cum minimis, edendo tamen eundem tonum, observavitque viam in primo casu intra minutum secundum fuisse 72 majorem, quam in posteriori casu; ex quibus sequitur Soni intensitatem, nondum mutato tono, posse fieri 72 majorem.

§. 1134. Cum vero elasticitas in inflexionibus majoribus, in majori proportione, quam sunt inflexiones, reagat, chorda valde percussa, & inflexa, velocius suas oscillationes absolvet, adeoque tonum acutiorem edet; imo fieri potest, ut strideat; hinc quoque Tibia, vehementer inflata, tonum multo altiorem edit, quam si leniter infletur.

Id ex comparatione cum duobus pendulis æque longis, sed actis a variis viribus gravitatis, demonstrari potest; erunt enim tempora oscillationum in ratione subduplicata inversa gravitatum per §. 392.

§. 1135. Observatum fuit, chordam AB (*Tab.* 13. *Fig.* 8.) 96 pedes longam, & a quodam pondere tensam, intra minutum secundum semel oscillasse: posito pectine in medio C, partem ejus dimidiam pari tempore duas oscillationes absolvisse; posito altero pectine in D, medio ipsius CB, partem BD quater oscillasse: posito pectine in hujus medio E, partem BE octies eodem tempore oscillasse.

Quamobrem semper prout erat chordæ longitudo, ita fuit reciproce numerus recursuum.

§. 1136.

(a) *L' Hist. de l' Acad. Roy. A.* 1700.

§. 1136. Observamus præterea, chordam A B (*Tab.* 13. *Fig.* 8.) aliquem tensam, edere tonum, chorda CB edit tonum in Octava altiorem, D B iterum est in Octava, & hujus Octava est EB; quamobrem acuties tonorum sunt reciproce uti longitudines chordarum.

§. 1137. Toni proinde excitantur a chordis, determinatas oscillationes quodam tempore absolventibus. Quoties oscillationes, pari tempore peractæ, sunt inter se, veluti sequentes numeri, Toni aliquibus nominibus insigniti fuerunt a Musicis.

1 ad 1 Unisonum.	4 ad 3 Quarta.
2 ad 1 Octava.	5 ad 4 Tertia major.
3 ad 2 Quinta.	6 ad 5 Tertia minor.
5 ad 3 Sexta major.	9 ad 5 Septima minor.
8 ad 5 Sexta minor.	15 ad 1 Septima major.

Septem Toni constituunt Octavam, octavus enim Tonus est primus sequentis octavæ.

Auris exercitata potest in Octava distinguere Tonos 43 diversos (a): jacent inter singulos plurimi alii intermedii, quos humana Auris distinguere nequit.

§. 1138. Octavæ tam adscendentes quam descendentes possunt esse multæ: omnem Sonum, qui distincte & cum voluptate ab homine audiri potest, in decem Octavis contineri, opinatur Sauveurius, in octo Eulerus (b): idcirco tonus acutissimus 1024 oscillationes conficiet, quo tempore gravissimus unam absolvit: in qualibet enim Octava altiori est tempus dimidium præcedentis; est autem $\frac{1}{1024}$ numerus $\frac{1}{2}$ elevatus ad decimam potentiam.

§. 1139. Numerus vibrationum, quas chordæ tensæ dato tempore perficiunt, est ut radix quadrata ponderis tendentis, divisi tum a pondere chordæ, tum a sua longitudine: idcirco si duæ chordæ ejusdem longitudinis & crassitiei tendantur diversis ponderibus, erunt pari tempore numeri oscillationum, uti radices quadratæ ponderum tendentium; positis igitur ponderibus uti 1 ad 4, edent chordæ tonos in octava.

§. 1140. Si duæ chordæ, ejusdem crassitiei, differant longitudine, & tendantur ponderibus, quæ sunt veluti quadrata longitudinum, oscillationum numerum pari tempore eundem habent, adeoque sunt unisonæ.

§. 1141.

(a) *L'Hist. de l'Acad. Roy. A.* 1700. (b) *Tentam. Musicæ* C. 1.

§. 1141. Si duæ chordæ æque longæ differant craſſitie tenſæ in ratione craſſitiei ſunt uniſonæ.

§. 1142. Idcirco duæ chordæ, longitudinis & craſſitiei diverſæ, tenſæ in ratione compoſita, ex ratione craſſitiei & duplicata longitudinis, erunt uniſonæ.

§. 1143. Ex hac doctrina patet, quare in Inſtrumentis Muſicis chordæ diverſæ craſſitiei & aliquando diverſæ longitudinis adhibeantur: quare chordæ breviores percuſſæ tonos acutiſſimos edant: & quomodo a tono graviſſimo Baſſi eadem chorda diſponi poſſit, ut ſtrideat acutie? Quomodo numerus vibrationum cognoſci poſſit pro quolibet tono, a primo audibili & graviſſimo, uſque ad acutiſſimum, fere ſtridentem auri humanæ: cum illius oſcillationes ſint intra

M″, ut $12 \frac{1}{2}$, hujus vero 12800, nam $12 \frac{1}{2} \times 1024 = 12800$.

§. 1144. Quæcunque de chordarum oſcillationibus memoravimus, obtinent in omnibus corporibus ſonoris, quæ percuſſa in ſimiles oſcillationes & partium tremores excitantur, uti patet in campanis, poculis vitreis, &c. quæ percuſſa, ex rotunda figura ovalem induunt, eundo & redeundo; veluti ad oculum demonſtramus. In his vero idem quoad tonos & oſcillationum numerum contingere, patet ex Experimento Galilæi (a). Cum enim oram ſcyphi vitrei, Aquam continentis, perſtringebat digito, ſonus excitabatur, & undæ in Aqua: digito dein validius ſtringente vitrum, ut tonus eſſet in Octava altior, undæ naſcebantur minores, quæ infinita cum accuratione quamlibet undam ex prioribus bifariam dividebant.

§. 1145. Videamus nunc quoque breviter, quid ſit Sonus in Aere, cujus Theoria ſubtiliſſima eſt, quam penitus abſolviſſe videtur Nob. Newtonus; verum leviora tantum fundamenta ſternam, quæ a Tyronibus capi poſſunt. Quoniam undæ in Aere ſuſcitatæ Sonum producunt, breviter, quomodo undæ in Aere ſint comparatæ, expediam.

§. 1146. Concipiamus igitur animo particulas Aereas, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, (*Tab.* 13. *Fig.* 1. 9.) æquali a ſe poſita intervallo. Sit in *a*, corpus elaſticum, vel firmum contremiſcens, cujus partes in Aerem incurrant, eumque moveant directione *a f*: Aeris vehementer compreſſi notabilis copia ſubito laxetur, parique modo incurrat in alium aerem directione *a f*; particulæ ejus *a*, *b*, *c*, celerrime motæ, incurrunt in partes anteriores, quæ ipſis reſiſtunt; has autem pro-

(a) *Mechanicæ Dialog.* 3. *p.* 90.

promovendo acervant, condensantque, donec densati Aeris elasticitas sua resistentia motum partium incurrentium sustulerit; adeo in intermedio aliquo loco *e*, inter *d* & *f*, densitas Aeris fit maxima, minor in *d*, *c*, *b*, minima in *a*.

Aer densior & magis elasticus in *e*, proinde retro aget particulas, quæ ex suo loco recesserant, ita ut *a*, redeat in pristinum locum cum reliquis inter *d*, & *a*, intermediis.

§. 1147. Formata ita fuit prima unda Aerea; quoniam vero particulæ *e*, *f*, elasticitate se quoquoversus expandunt, directione ad *m*, quoque ferentur: assumtaque distantia *fm* æquali *af*, maxima Aeris densitas iterum generabitur inter *k*, & *m*, minima in medio inter *e*, & *k*, quoniam partes elasticæ *e*, *f* se restituendo, motu accepto in majorem raritatem expanduntur; quare ab actione elasticitatis majori inter *k* & *m*, retropellentur iterum particulæ directionibus *le*, *lr*, donec intermediæ pristinum locum, & densitatem recuperaverint: ita formata est altera unda, pari modo sequentes formabuntur.

§. 1148. Non autem hæ undæ se habent, veluti orbes in Aquæ plana superficie concentrici, sed in Aere fiunt quasi in superficie Sphæræ, quia Aer condensatus se quoquoversus vi æquali expandit, & non fiunt hæ undæ in suprema superficie, veluti in Aqua, sed in medio Aere. Hæ undæ Sonum producunt, qui modis sequentibus propagatur.

§. 1149. Omnis Sonus propagatur in expansionem sphæricam, cujus centrum corpus sonorum occupat. Sit campana in loci ampli medio suspensa, hæc pulsata audietur ab omni parte, in qua auris ponitur: hic Soni intensitas decrescit in ratione duplicata inversa distantiarum a corpore sonante.

§. 1150. Sunt quoque cuilibet sono sui termini, ultra quos non amplius auditur.

Si quis enim alta voce locutus ad distantiam 100 perticarum audiri possit, hic tamen nequaquam audietur ad intervallum 1000 perticarum. An autem termini, ultra quos non amplius auditur Sonus, definiri possunt? nequaquam; nam hi pendent a magnitudine Soni, quæ determinari non potest. Quousque quidem propagatus fuerit sonus, ex nonnullis observationibus utcunque habetur: Florentiæ, rogante Newtono, tormenta bellica explosa sunt, quorum sonus auditus fuit Liburni, & ad arcem veterum su-

pra

pra montem Rotundum, quæ quinque milliaribus ulterius distat: intervallum Florentiæ & Liburni est 50 Milliarium Italicorum, solum intermedium est montosum, & ventus viæ soni non favebat. Ceteroquin explosa Liburni tormenta audiuntur usque ad portum Ferrajo, inde distantem 66 milliaribus. Gallis Genuam expugnantibus, tormentorum sonus auditus fuit Liburni, quæ distantia est 90 milliarium Italicorum (a). Nihil autem certi quoad limites soni determinari poterit; etiamsi magnitudo Soni cognosceretur, quia ejus propagatio pendet a vento, ab Aeris puritate, intermixtis exhalationibus, elasticitate, densitate, calore, & ab intervallis inter singulas particulas.

§. 1151. Propagatur sonus satis lente (b), non tamen semper pari cum celeritate, sive in eadem, sive in diversis regionibus, quamvis ventus nullus spiraverit. Videtur Gassendus inter primos fuisse, qui ad spatium a sono intra datum tempus percursum attendit. Hic invenit, Sonum intra minutum secundum pedes 1473. percurrisse: accuratius tamen Florentini Philosophi ope incensarum Ballistarum, a quibus dato intervallo aberant, velocitatem Soni determinaverunt; cum enim flamma eodem fere tempore ab adstantibus & remotis spectatoribus conspicitur, intervallum temporis inter visam flammam & auditum sonum ab observatore, in dato spatio a Ballista, dat celeritatem Soni: secundum Florentinos Sonus intra M'', pedes 1185 (c) percurreret; postea clarissimi in Gallia Philosophi, Cassinus, Hugenius, Picardus, Romerus, eidem examini intenti, Sono viam 1172 Paris. pedum (d) assignaverunt. Flamstedius & Halleyus in Britannia idem repetentes, posuerunt pedes Parisinos 1070, quam mensuram Nob. Newtonus approbavit: Alii aliam celeritatem invenerunt. Nec dubitandum, quin in Etruria, Gallia, & Britannia summa cura observationes sunt captæ. Ex quibus concludebam, Sonum non semper ubivis Terrarum esse æque velocem. Placitum tamen hoc dubium fecit Cl. Derhamus, dum ait, in omni tempestate, sive cælum sit sudum & serenum, sive nebulosum & turbidum, sive nix decidat, sive nebula, seu tonet aut fulguret, sive æstus vel frigus adurat, sive dies vel nox sit, Æstas vel Hyems, sive Mercurius

(a) *Philos. Trans. Num.* 113. (b) *Lucretius l.* VI. *v.* 166.
(c) *Tentamina Florent. p.* 113.
(d) *Hamel. Hist. Acad. Reg. l.* 2. *Sect.* 3. *Cap.* 2.

jus in Barometro adſcendat, vel humilis ſit, in omnibus Atmoſphæræ mutationibus (ventis tantum exceptis) celeritatem Soni nec majorem, nec minorem, ſed tantum Sonum magis vel minus clarum eſſe.

§. 1152. Ex cognita hac celeritate ſoni in ſpatio determinato percurrendo, numerus pulſuum ſive undarum, & earum diſtantia in Aere, ope Regulæ a Nob. Newtono traditæ (a) cognoſci poteſt. Inveniatur numerus vibrationum, quibus corpus ſonans dato tempore agitetur, per hunc numerum dividatur Spatium, quod pulſus eodem tempore percurrere poſſit, & pars inventa erit pulſus unius latitudo. Invenit Sauveurius fiſtulam apertam, longitudinis pedum circiter quinque, ſonum edere ejuſdem toni cum ſono chordæ, quæ tempore minuti ſecundi centies oſcillat: adeoque undæ plus minus 100 in ſpatio pedum Pariſ. 1070 excitabuntur: hinc quælibet unda ab alia pedibus 10 $\frac{7}{10}$ diſtat. Quoniam tonus Muſicus admodum acutus editur a chorda, 6400 recurſus faciente intra M'', ejus undæ tantum a ſe invicem 2 $\frac{1}{160}$ pollices diſtabunt.

§. 1153. Hæc Soni Lex uſum magnum præſtat Nautis, cum ex exploſis Tormentis, viſa nempe flamma & percepto Sono, quantum a ſe naves abſunt, cognoſcere poſſunt. Prodeſt militi in obſidione urbis, ut quanto intervallo ab ea abſit, cum cuniculos agere incipit, cognoſcat. Prodeſt quoque Geographis ad diſtantias locorum menſurandas, quotieſcunque inacceſſæ rupes inter loca intermediæ jacent: nec nocet ſecuritati noſtræ, ut Fulminis diſtantiam a loco, in quo verſamur, ſciamus.

§. 1154. Sonus magnus & parvus eſt æque celer in eodem ſpatio percurrendo, licet magnus plus ſpatii in ſuo progreſſu conficiat. Id Florentini ſuis experimentis, captis cum diverſi generis Balliſtis invenerunt; idem confirmavit Derhamus, cum pulſatio mallei, & fragor ſclopeti, pari tempore Milliaris intervallum percurrerunt.

§. 1155. Sonus idem ſemper æque velox in ſuo decurſu obſervatur, adeoque undarum Aerearum æquabilis eſt celeritas.

Primi hoc obſervarunt Florentini, cum enim in diſtantia 3000 cubitorum varia tormenta bellica audiviſſent explodi,

(a) *Phil. Natur. Lib.* 2. §. 50.

plodi, numerassentque 10 dimidia minuta secunda: intervallum duplo minus dimidio tempore Sonum pervenisse notarunt: idem postea suis observationibus confirmavit Derhamus (a), cum nempe motus Soni est horizontalis. An vero Sonus æque celeriter adscendit in altum, quam descendit? Forte aliquanto citius in montem adscendit, quam descendit, veluti Derhamus collegit.

§. 1156. Ventus secundus Sonum accelerat, & eo magis, quo impetuosius spiravit. Ventus adversus Sonum pro suo impetu retardat.

Gassendus ex suis experimentis, Ventum nec accelerare, nec retardare Sonum collegit: Florentini captis experimentis idem confirmaverunt. Verum Cl. Derhamus, summa fruens opportunitate celeritatem Sonorum observandi, invenit, vento secundo Sonos intervallum inter Blackheat & Upminsterum tempore 111 semisecundorum minutorum percurrisse: Vento autem flante adverso, elapsa fuisse 121 semisecunda minuta, ut Sonus eandem viam adsolveret.

§. 1157. Ventus secundus Sonum ad majus intervallum defert, quam quidem flante Vento adverso propagatur.

§. 1158. Si scopleta directione versus locum observationis, vel directione aversa, horizontali, vel sub angulo quocunque cum horizonte explodantur, sonus in suo decursu semper æque celer est, & decurrit pari velocitate supra loca terrestria sinuosa, incurvata, quam plana.

§. 1159. Sonus major minorem suffocat, ut vel non audiatur, vel non distinguatur.

Adsis enim campanæ maximæ sonanti, te loquentem non audiet proximus: nec melius intelligeris positus inter tympana bellica, & tormentorum explosiones.

§. 1160. Quoniam Sonus in Aere est species undæ, a corpore, in quod incurrit, poterit reflecti, adeoque redire ad lucem, e quo exierat.

Sonus idem reflexus ad locum suæ originis, qui percipitur distinctus a primo, vocatur *Imago*, vel *Echo*.

§. 1161. Inter hanc & Sonum primarium eo brevior mora intercedit, quo obex repercutiens causæ sonanti fuerit proprior: si enim obicis distantia a causa 535 pedibus abfuerit, inter Sonum prolatum & reflexum tempus minuti secundi intercedet. Adeoque omnes voces intra hoc tem-

(a) *Phil. Transf. N.* 113.

tempus ab aliquo prolatæ, poterunt, ipso desinente loqui, iterum audiri, quasi prolatæ ab Echo; quo obex majori intervallo a causa distiterit, eo plus temporis intercedet inter reditum imaginis; quare Echo hujusmodi poterit esse Polysyllaba, quæ, posito obice causæ sonanti proximo, monosyllaba tantum est.

§. 1162. Quoniam Sonos, infinita celeritate se sequentes, Aure humana Mens non distinguit, sed mora inter eos requiritur, ut distincti audiantur, idcirco quamvis locus Sonum reddiderit ad loquentem, Echo ob propinquitatem obicis non audietur: Musici periti supra violinum distinctos tonos intra M''. plerumque ex nervis eliciunt 9 vel 10. cum celerrime sive *Prestissimo* cantilenam ludunt; adeoque Auris exercitati Musici imaginem tantum posset distinguere, cum Sonus reflexus directum æque celeriter, ac in cantilena tonus tonum sequitur: qui ut percipiatur, obex a causa sonante pedibus $53\frac{1}{2}$ abesse debebit; si enim 50 pedibus Par. duntaxat abfuerit, dubito, an peritissimus sonum sequentem a primario distingueret, sed tantummodo audiret clangorem: Auris vero minus exercitata majus intervallum obicis postulat, ut imaginem audiat distinguatque a Sono primario.

§. 1163. Si ad varias a loquente distantias abfuerint obices, quorum proximi humiliores, remoti altiores, aut tantum duo excelsissimi obices fuerint, qui ad eundem locum reddere Sonum possint, diversæ repetitiones ipsius Echo audientur, quarum una sequitur alteram. Quoniam plerumque vox eo debilius auditur, quo e longinquiori loco venerit, erit prima Echo fortissima, quæ e loco proximo; aliæ debiliores: quamobrem vox *Ah* prolata, gemitum moribundi exprimet. Repetitas imagines quoque dabunt muri paralleli altissimi, quales fuerunt Villæ Simonettæ, descripti a Kirchero, Schotto, Missonio, in quorum uno fenestra, per quam qui loquitur, quadragesies verba sua repetita audit. Quia autem Sonus in suo decursu est æque velox, æqualia temporis intervalla inter singulas repetitiones intercedunt, uti de Lanis & Derhamus observaverunt.

§. 1164. Quicquid Sonum ad locum, unde venit, repercutere potest, caussa potest esse ipsius Echo: idcirco muri, mœnia urbium antiqua, sylvæ densæ, ædes, rupesque

 trans

trans flumen positæ, campi cespitibus ac virgultis exaspe-rati, saxa cava & anfractuosa, tum & nubes, Sonum red-dunt: hinc tonitruum mugitus, & repetita murmura; cælo sereno explodatur tormentum, unius momenti sonus fit: in Aere pendeant nubes, soni aliquo modo continuati elicientur.

§. 1165. Potest quoque Sonus conservari, impediendo quominus sphærice se expandat, quod fiet, si tubis vel canalibus longis immittatur, a quorum parietibus reflectitur, unde illibatus sonus ab uno canalis extremo ad alterum pervenit: hinc observante Kirchero, Sonus illibatus defertur in Aquæ ductibus Romanis 500, imo 600 pedes longis, ad quorum orificium qui loquitur, audiri atque intelligi ad alteram extremitatem potest. Ope ejusmodi canalium, etiamsi inflexorum, potest Sonus ad quemcunque locum dirigi. Potest quoque Sonus, lucis instar, colligi in exiguo loco, qui quasi focus ejus existit; veluti probant nonnullæ cameræ, quarum lacunar fornice constat elliptica, in cujus altero foco si quis submisse loquitur, potest in altero foco clare audiri. Tubæ quoque conficiuntur, quæ ex lato ore A (*Tab.* 13. *Fig.* 10. 15.) in angustum canalem B desinunt, meatui auditorio imponendum; sonus aperturam latiorem ingressus, replicatusque aliquoties a Tubæ lateribus, condensatur quasi, ut ex angusta parte in aurem ingrediatur, atque ita validissime membranam Tympani concutiat. Idem observatur, cum aurem Tubæ Stentoreæ augustiori orificio applicuerimus, latiorem partem causam versus sonoram dirigendo: hoc modo auxiliamur surdastris, veluti senibus ope perspicillorum. Potest quoque Sonus minui, & quasi suffocari, cum in corpora laxiora, minus elastica, inæqualis superficiei, eum reddendo inepta, incidit: hinc vox perorantis admodum minuitur in camera, cujus parietes tapetibus laxis ornati, aut cum in frequenti concione a multitudine auditorum, propter frequentes hiulcos inter unumquemque, & vestium laxitatem, Sonus continuo intercipitur & suffocatur.

§. 1166. Ope Tubarum Stentorearum augetur Sonus; & ad multo longius intervallum propellitur. Augetur Sonus ab elasticitate Tubæ, quæ a sonante Aere mota, aliquamdiu contremiscere pergit, unde quasi idem Sonus repetitur, atque ita idem fere fit, ac si vox eadem a pluribus hominibus simul ederetur. Cum tamen inter primum sonum, ejusque conti-

nuati

nuati tremores ultimos, notabile temporis ſpatium datur, auris primum ſonum ab ultimis ſonis diſtinguere poteſt, hinc oritur clangor, efficiens ut ſonus minus diſtinctus evadat: quare ut vox per Tubam prolata, ad intervallum magnum diſtincte intelligi poſſit, oportet, ut lente quælibet vox pronuncietur.

§. 1167. Alexander Magnus ejuſmodi Tubam habuiſſe dicitur, qua totum exercitum, quamvis diſperſum, convocavit, & ita præſentem ſtitit, ac ſi ſingulis præſens loqueretur, cujus iconem Kircherus exhibet (a), qui deinde aliquam ſimilem fieri curavit: poſt ipſum Anno 1654. P. Salar Pariſiis in uſus Muſicos Tubam $5.\frac{1}{2}$ pedum fecit. Verum poſtquam Nob. Morlandus (b) ſe ad emendandas has Tubas applicuit, poſt Annum 1671. imprimis innotuerunt. Hic vero excitavit Eruditos, ut optimam figuram, quæ Tubæ dari poteſt, inveſtigarent: Problematis ſolutionem Caſſegrainus (c), Conjers, aliique tentaverunt. Verum optime hoc ſolvit Cl. Haſius (*d*), conſtruendo Tubam AB (*Tab.*13.*F.*11.), conſtantem ex elliptico corpore AC, cum annexo CB parabolico: ſi enim in foco Ellipſeos A os loquentis ponatur, radii phonici AE, AF, AG, AH, a parietibus E, F, G, H, repercuſſi in C, altero foco ellipſeos, concurrent, qui quoque ſit oportet focus parabolæ CB, cum ellipſi conjunctæ: ex hoc foco C radii phonici CK, CE, CM, CN exeuntes a parietibus, K, L, M, N parabolæ repercutientur ſecundum KO, LP, MR, NS, paralleli ad axim CB, atque ita ad longum intervallum promoveri poterunt. Sola parabolica forma Tubis brevioribus ſufficit: longiores e variis ellipſibus inter ſe, & cum parabola conjunctis conſtrui poſſunt.

§. 1168. Poſtquam quid ſit Sonus in corpore ſonoro, & in Aere vidimus, plurima alia, quæ ab utriuſque actione pendent, intelligi poterunt.

Sint duæ chordæ muſicæ in eodem, vel in duobus Inſtrumentis, ſibi proximis, uniſonæ; percuſſa una, ſonabit quoque altera chorda, ejuſque tremor ex impoſito leviſſimo corpore ad oculum apparebit. Cum enim a tremente chorda Aer in undas cietur, hæ incurrunt in alteram chor-

L 2 dam,

(a) *Ars magna Lucis, & Umbræ L. 2. Part.* 1. *Cap.* 7.
(b) *Account of the ſpeaking.Trumpet.* (c) *Journal des Scavans A.*1672.*p.*131. (d) *Tractat. de Tuba Stenterophinica.*

dam, quam, quia hæc pari velocitate contremiscere potest, facile in similes tremores commovent. (1).

§. 1169. Si sint duæ chordæ in duobus tensæ Instrumentis, vel in eodem, & in octava, percussa illa, quæ tonum acutiorem edit, sonabit altera, atque hæc in medio suæ longitudinis nodum quiescentem habebit. Quia Aer in undas, duplo celerius euntes, agitatur a chorda acutioris toni, quam moveri potest ab altera chorda, ea tamen concutit, parisque celeritatis tremoribus agitat; idcirco hæc in medio suæ longitudinis punctum quietis habere tenetur: nam si fiat duplo brevior, erit unisona cum altera toni acutioris. Observantur vero plura puncta intermedia quiescentia in chordis, quæ percussæ varias Octavas sonarent, nunc autem hoc modo unisonæ evadunt.

§. 1170. Ex his intelligitur 1. Quamobrem nonnullis cor-

(1) Sequenti exemplo res clarius innotescet. Sit pendulum, seu corpus quantum libet grave a filo pendens, & ad imum punctum in quiete positum. Minima quacunque vi, veluti levi flatu id impelli supponamus, ut oscillare, & a perpendiculo parum removeri valeat: ubi vero suo pondere ad perpendiculum redit, priorem vim retinet, qua idem perpendiculum versus partem oppositam prætergrediens, tantundem versus eam progrediatur, quantum dato flatu versus contrariam dimovebatur, atque ita integram oscillationem complebit. Cum vero iterum cadendo secundam oscillationem incipit, novo flatu nova vis ei tribuatur, quo fiat ut secundam oscillationem majorem conficiat; qua completa, dum tertia inchoatur, iterum alio flatu nova vis addatur; idque porro fiat: his certe flatibus suo tempore iteratis, initio scil. oscillationum, corpus paulatim ejusmodi vim acquiret, qua ingentes oscillationes absolvere ex se possit, nec flatus exigua vis amplius sufficiat, sed valida opus sit ad id compescendum. Simili ratione videmus unum hominem hisce pulsibus opportune, statisque temporibus iteratis ingens campanum æs movere, ad quod postea compescendum, hominum turba frustra laborat. Quod si pulsus isti perturbato ordine tribuantur, tum tantum abest, ut vis penduli, vel æris campani augeatur, quin potius minor fiat vis illa per priores pulsus acquisita. Quibus præmissis facile intelligitur qui percussa chorda & sonum edens, propinquas alias unisonas ad resonandum adigat. Pulsus siquidem a nervo resonante per aerem propagati circumposita quæque corpora offendunt, inter quæ si nervus sit resonanti concors, sive ad unisonum tensus, cum primum ab aere pulsus est, primamque vibrationem explevit, secundæ vibrationis initio ab alio veniente pulsu vim majorem acquirit, quippe qui vibrationes conficit cum resonante nervo æquediuturnas: alii vero nervi cum non eadem motus celeritate itus, reditusque suos compleant, ac nervus resonans, primo quidem ictu ad motum aguntur, verum motus iste a secundo ictu aut minuitur, aut destruitur. Quod vero de nervis dictum, de ceteris corporibus debet intelligi. Tum & illud liquet, sonos insensibiles primum a resonante corpore formatos, a corporibus porro in quæ incurrunt, referri ampliores.

corporibus ſonantibus, etiam noſtri artus, oſſaque contremiſcant? tum quare vitra feneſtrarum, ſcyphi, ipſæ ædes, aliaque in iis corpora ſonent? omnia enim, quæ Uniſone, vel in Octavis gravioribus tenſa ſunt, quam corpus ſonans percuſſum, conſonare tenentur, veluti in chordis §. 1168, 1169 contingit.

2. Cur in vacuo Boyleano omnis ſonus ceſſat? quia etiamſi contremiſcat campana, in vacuo ſuos tremores nec cum Aere, nec cum ullo corpore ambiente communicare poteſt; adeoque nihil eſt, quod Aerem externum moveat; concutiatque organum Auditus.

3. Si autem experimentum non accurate inſtituatur, ſed campana, etiamſi recipiens omni Aere orbetur, ſuos tremores cum recipiente, vel alio ſolido corpore, cui inſiſtit, & quod tremores Aeri externo impertit, communicare poſſit, tum percuſſæ campanæ Sonus aliquis auditur.

4. An non in Aere rariori Sonus minuitur, propter minorem rarefacti Aeris elaſticitatem? ideo in Aere denſiori eſt aucta Soni intenſitas: poteſtque campana in Aere condenſato clauſa ad longius intervallum audiri, quam cum in Aere rariori ſonabat: hoc ſi verum, tum quoque aucta Aeris elaſticitate, & manente denſitate eadem, quemadmodum fit, cum Aer incluſus recipienti ad ignem caleſcit, Soni intenſitas increſcere debet; quod fieri notarunt quoque Philoſophi.

5. An ſonus in inflatis fiſtulis oriundus pendet a tremore arundinis aut lingulæ, ut & ab Aere per fiſtulas currente, cujus undæ vel citius vel lentius explicantur pro fiſtularum longitudine differente, aut foraminum lateralium ſitu? an vero Sonus fiſtularum tantum ab Aeris interni tremoribus pendet? Plurima hic reſtant quæ Sonum in Aere ſpectant, ſed quæ in his Inſtitutionibus tradi non poſſunt. (1).

(1) Opportunus hic locus eſſe videtur, ut antequam miſſa hæc doctrina fiat, novæ Cl. Mairani Theoriæ de Soni per aerem propagatione in Monum. Reg. Scient. Academiæ A. 1737. relatæ ſpecimen exhibeamus. Putat vid. Vir Cl. quod quemadmodum in ſimplici lucis radio plurium diverſæ refrangibilitatis radiolorum veluti faſciculus continetur, quorum alii rubrum, alii flavum, alii alios colores excitare apti ſunt; ita in ſoni vehiculo ſeu aere, quod luce longe craſſius corpus eſt, plures contineantur diverſæ elaſticitatis partes, quarum aliæ unum modo tonum, aliæ alterum excitare aptæ ſint; ita quidem ut non per omnes obvias aeris partes datus ſonus ad aures uſque noſtras vehatur, ſed per

§. 1171. Oportet ut breviter nunc videamus, quid sit Sonus in mente, & quomodo hæc audiat, quod fieri nequit, nisi aliquomodo Auris fabricam exponamus, veluti Oculum, Visionem explicituri, descripsimus. Duæ homini Aures datæ, laterali, mediæque capitis parti appositæ eo modo, ut quicunque Sonus ad caput allabitur, necessario alterutram, vel utramque Aurem, feriat.

§. 1172. Est substantia propria Auris cartilaginea, tenuis, elastica, ut facillime ab Aeris undis in tremores concitetur: membranis obducitur, ne Soni clangosi evadant: superficies externa A B (*Tab.* 13. *Fig.* 12.) donatur nonnullis eminentiis & cavitatibus, capiendo, reflectendo, dirigendo sono in concham, ne laberetur atque erraret, priusquam sensus ab hoc pulsus esset, destinatis aptisque. Potest ope trium musculorum internorum, & trium externorum, ita tendi, expandi, applanari, ut quibuscunque tremoribus, & sonis capiendis, vel aliquomodo arcendis, aptetur, & cum iis etiam harmonice contremiscat.

§. 1173.

---

eas modo, quæ elasticitate sua datum illum sonum in se recipere, & transferre possunt. Non levia sane verosimilitudinis indicia hæc præseferre videtur sententia. Et imprimis analogia cum lucis radiis non exiguum ei pondus addit. Quis sane crederet, nisi experimentis extra omnem dubitationis aleam positum esset, in lucis radio quinque, vel septem etherogeneos radiolos contineri, diversa velocitate, variisque attrahentibus viribus præditos? Quid ni & de aere idipsum affirmabimus, quem luce longe crassiorem esse constat? Reapse plures etherogeneas contineri in aere partes indubium est, omnium scil. perspirabilium, & accensorum exhalationes, seu terrestrium omnium corporum, sive firma, sive fluida fuerint, subtilissimas particulas, quas diversa figura, magnitudine, elasticitate pollere pro varia corporum, ex quibus egrediuntur, conditione, nemo inficiabitur. Quemadmodum ergo nervus resonans ex aliis contiguis eos modo ad resonandum adigit, qui ad unisonum tensi sunt, seu qui easdem eodem tempore cum resonante nervo vibrationes edere possunt, idipsum in aeris particulis locum habere putat Mairanus; omnes quidem illæ ad datum sonum impelluntur & vibrantur; at ex iis, quæ ratione suæ elasticitatis, datum sonum in se recipere, & conservare possunt, aliis contiguis concordibus seu unisonis eundem motum communicant, hæque porro aliis similibus, donec tandem ad aures usque nostras is motus appellit. Nec sane aliter rem intelligi posse videtur; cum enim tonorum diversitas ex vario vibrationum eodem tempore factarum numero pendeat, pluresque simul toni per aerem transferri valeant, & a nobis audiri, nisi variæ essent in Atmosphæra partes varios tonos referentes, dicendum esset eandem Atmosphæræ partem simul & eodem tempore diversos vibrationum numeros efficere; ita e. g. cum octava seu diapason, cum interjecta quinta simul auditur, eandem aeris quantitatem simul & eodem tempore 4000, 3000, & 200 vibrationes efficere oportet; quod absurdum esse patet.

§. 1173. In fundo Conchæ, sub Trago cartilagineo C, incipit meatus Auditorius, ellipticæ figuræ, cujus apertura plerumque est 5 $\frac{1}{35}$, linearum Quadrat. Pollic. & magnitudinis respectu totius Auris uti 1 ad 50; quamobrem sonus ad aurem illapsus, & meatum ingressurus, potest esse quinquagesies intensior, quam si absque Aure meatum intrasset. Hic duros & quasi corneolos habens introitus, est tuba DE, partim ossea, partim cartilaginea, 9 lineas longa, 4 alta, 3 lata, cylindro-elliptica, serpentino progressu DF adscendens, tum descendens FE, iterumque adscendens, terminatur a membrana Tympani G, oblique apposita, formante angulum obtusum a parte superiori, acutum ab inferiori, ne Sonus recta ipsam feriret, sed post varias in hac tuba reflexiones, admodum oblique illaberetur in membranam a parte superiori deorsum, quo artificio diutissime sarta tecta manet, nec facile a Sonis intensioribus rumpitur.

§. 1174. Membrana Tympani undique arcte adhæret margini meatus ossei, nullo pertusa foramine, concava est a parte Auris externæ, convexa a parte interna: ipsi adhæret manubrium *h* mallei, quod ad ejus medium fere excurrit. Malleus autem articulo conjungitur cum Incude *k*, hæc cum ossiculo exiguo *i*, hoc cum Stapede *n*. Tres musculi Malleo affixi efficiunt, ut membrana Tympani tendatur, remittatur, convexior vel planior fiat, quibus modis disponitur, ut harmonice cum Sono, ipsam afficiente, contremiscat.

§. 1175. Post Tympani membranam cavitas insignis sequitur, quæ Tympanum, vel Tympani cavitas appellatur, irregularis figuræ, elliptico corpori similis, longitudinis & latitudinis 4 linearum: in hoc Tympano posita sunt quatuor memorata ossicula: hiant quoque in eodem aliquot foramina cellularum mastoidearum, tum fenestra rotunda, fenestra Ovalis, & Tuba Eustachiana M: per hanc Aer ex cavo in internum os libere exit, & ingreditur ex ore in hoc cavum, ita ut ejusdem elasticitatis cum Aere externo sit. Idcirco Aere sonoro exteriori afficiente membranam Tympani G, etiam ab hujus tremore in similes undas concitabitur Aer internus Tympani.

§. 1176. Altera Auris pars interior, Labyrinthus est, in quo primum occurrit vestibulum, quod est cavum, irregu-

laris figuræ, duas lineas longum & latum, sesqui altum, ossi petroso insculptum: in eo hiant quinque orificia trium canalium semicircularium O, P, Q, orificium cochleæ S, orificia quinque pro nervis supra S, & fenestra ovalis, quæ membrana occluditur, cui inhæret stapes *n*.

Sunt autem tres canales ossei semicirculares, O, P, Q, (*Tab.* 13. *Fig.* 13.) quinque tantum orificiis præditi, intus cavitatem ellipticam habentes, hiantes in vestibulum *r*, quemadmodum quoque Cochlea S, quæ est canalis conoideus, osseus S T circa conum convolutus, duas spiras cum dimidia absolvens, quæ tendunt a basi ad apicem acutum T. Cochleæ cavitas dividitur in duo cava, a se distincta ope sepimenti tenuissimi X Z (*Tab.* 13. *Fig.* 14.), partim ossei *a*, *a*, *a*, partim membranacei *b*, *b*, *b*, hujus membranæ fibræ decurrunt ab axe Cochleæ ad exteriora, veluti Radii circuli a centro ad peripheriam; sunt proinde, a basi latiori ad apicem supputando, diversissimæ longitudinis: quamobrem hæc membrana est quasi Scala Triangularis, composita ex plurimis chordis tensis, diversissimæ longitudinis.

Cavitas altera Cochleæ terminatur ad foramen rotundum, membrana tenui clausum; hoc foramen desinit in cavitate Tympani, opponiturque centro membranæ Tympani.

§. 1177. Nervus Auditorius incipit conspici in Cerebro ad protuberantiam annularem Willisii, bifariam distinctus, in mollem, durumque; qui ambo ingrediuntur foramen latum in osse petroso: Mollioris pars V (*Tab.* 13. *Fig.* 12.) per quinque foramina prope S ingreditur vestibulum *r*, formando ibi membranam, obducentem superficiem internam vestibuli, & canalium semicircularium O, P, Q; tum decurrunt intra duplicaturam Scalæ Triangularis X Z (Fig. 14.) in Cochlea, in qua explicantur: Est hic igitur proprie Organum Auditus (1).

Cavi-

(1) Aristoteles, plerique etiam Veteres primam interioris auris cavitatem, seu tympanum undique clausum esse reputarunt, nec patere ex ea cavitate ad palatum usque per tubam Eustachianam aditum: neve-ro vacuam eam cavitatem dicerent, statuerunt *innato*, & *implantato* aere plenam esse; eumque adeo aerem auditus sensorium, & ad audiendum proximum animæ instrumentum fuere. Sed si ita se res haberet, ad quem finem tantus rerum apparatus post tympanum in ulteriori auris cavernula positus esset, cochlea vid., labyrinthus, membrana, nervusque audi-

Cavitates hujus Labyrinthi impleti sunt necessario Aere ejusdem elasticitatis ac est in Tympani cavo, qui tamen per singulare foramen non intrat, nec exit, sed tantum advehitur cum humoribus, qui ex vasculis evaporantur, ut nervi molles maneant, qui Aer cum iisdem humoribus quoque resorbetur, atque ita perpetuo renovatur.

§. 1178. Quamobrem Auditus sequenti modo peragitur. Sonus in Aere externo excitatus, allabitur ad Aurem AB (*Tab.* 13. *Fig.* 12.), ingreditur Concham, tum meatum Auditorium D E, in tremores redigit membranam Tympani G: hac tremente, Aer, qui est in cavo Tympani, in undas Sonoras quoque agitur; hæ occurrunt foraminis rotundi membranæ, & hanc in tremores cient, hæc Aerem in uno cavo Cochleæ contentum, qui in scala Cochleæ S, nervos afficit: hic motus per nervum ad Cerebrum delatus, efficit, ut Mens audiat, forte non admodum distincte, audit tamen; sed ea distinctissime cupiente cognoscere Tonos, tenditur membrana Tympani G ope Musculorum Mallei, ut harmonice contremiscat, tenditur etiam ope Musculi Stapedis membrana fenestræ Ovalis, ut & hæc harmonice cum officulis tremat, & vehementius, quam a solo Aere Tympani affici potuisset, tremente hac membrana, etiam Aer interior in Labyrintho *r*, tremet, qui afficiet nervos, expansos supra canalium semicircularium O, P, Q, internam superficiem, atque simul afficiet eos in Scala Cochleæ S. Sonus vero quilibet in hoc Aere excitatus, afficiet aliquot fibrillas, *b*, *b*, *b*, (Fig. 14.) harmonice tensas, per §. 1168., & 1169. hæ Nervos, qui hos motus per cerebrum ad Mentem deferentes, efficiunt, ut hæc distinctissime Tonos Sonoros percipiat (1).

CAP.

auditorius? Sed præterea jam constat aerem tympano inclusum ejusdem esse naturæ cum aere quem respiramus, & cum ipso communicare per tubam Eustachianam. Quamobrem videtur tympani cavitate contentum aerem esse potius soni vehiculum, & per eum ad interiorem organi partem, ipsumque sensorium, magis distinctum sonum transferri.

(1) Gravis sane hic occurrit difficultas, ut explicetur, qui fiat, ut unus idemque nervus auditorius majori, aut minori, variaque ratione motus, tot varios ac specie diversos sonos eodem tempore exprimat; ea, dem quippe chorda, aut membrana eodem modo tensa eundem semper sonum reddit, quocunque pulsetur impetu. At si veras, propriasque omnium partium auris, & præcipue nervi auditorii sciremus figuras, figurarumque proprietates, quemadmodum in oculorum humoribus id cognoscere datur, varium in variis sonis motum, variamque nervi auditorii pulsationem, unde omnis sonorum varietas proficiscitur, cognosceremus, quemadmodum quæ ad visionem spectant, variasque objectorum perceptiones non ignoramus. Sed longe dispar est de visione, & auditione ratio:

CAP. XXXVIII.

Generalia de Meteoris Aereis.

§. 1179. *Meteora* vocamus omnia corpora sublimia, inter cælum Terramque versantia, quæ in

---

ita enim comparatum est, ut lucis natura obscurior nobis sit, quam natura soni; at soni proprietates, ejusque percipiendi ratio abstrusæ admodum sunt, cum contra pleræque visionis proprietates satis nobis innotescant. Scimus quidem qua ratione in oculi humores lux incurrens refringatur, & ad retinam perducta rerum externarum imagines exprimat; sed nos latet quid potissimum præstet aer commotus, & per aurium anfractus, recessusque agitatus, nisi solum quod experientia confuse & universim constet sonos omnes ex tortuosis locis, & inclusis referri ampliores. Quidam nervi Auditorii structuram hac ratione non prorsus improbabili divinare conantur, quam & Auctor noster indicare videtur. Si cithara variis chordis, longioribus, brevioribus, crassioribus, tenuioribus, iisque magis, minusque distentis instructa sit, ut varii soni ex chordis illis elici possint; tum in alia cithara chorda quædam pulsetur, hæc tremorem ex pulsatione conceptum proximo aeri communicans, prioris citharæ chordas resonare faciet, non quidem omnes, sed eas modo quæ ipsi concordes sunt, & ad unisonum tensæ, ut supra declaratum est. Eadem ratione Cl. Viris concipitur auditorius nervus, non scil. simplex, sed ex innumeris nervulis compactus, quorum alii aliis tenuiores, & magis aut minus distenti, ut ita diversos sonos edere possint; hi proinde nervuli, seu filamenta nervorum non ad quemlibet sonum concuti omnes & resonare valent, sed pro varia corporis sonori extra positi specie nunc hi, nunc illi pulsantur; indeque fieri oportet ut nunc graves, nunc acutos sonos, magnamque eorum varietatem percipiamus.

Sed unde oritur, ut cum numeri vibrationum simul a chordis factarum sibi invicem respondent in octava seu diapason, in quinta seu diapente, &c. in ratione scil. dupla, & sesquialtera &c., tum soni aures, animumque delectent; cum vero vibrationum simul factarum numeri incommensurabiles sunt, vel admodum inter se distant, soni edantur molesti, qui scil. auditum torqueant, & exasperent? Difficillima sane quæstio, ac cognitionis nostræ limites facile excedens, quod perfecta nervi auditorii structuræ cognitio, ejusque motus cum animi sensibus connexionis lex nos valde fugiant. Ea tamen ita a quibusdam solvitur. Tribus diversæ longitudinis filis suspendantur tria pondera, hac lege, ut quo tempore longius filum binas complet oscillationes, brevius quatuor, & inter horum longitudines medium filum tres tantum oscillationes conficiat; quod facile obtineri potest, si filorum longitudines fuerint, ut 16, 9, 4. Tum si a perpendiculo æque hæc pondera removeantur, & simul demissa oscillationes suas eodem omnes momento incipiant, venusta erit eorum filorum mixtio, eaque mirifice oculi delectabuntur, ob illum nempe periodicum motum, quo simul oscillationes suas pendula efficiunt, ita ut quarta recurrente brevioris fili vibratione periodus absolvatur, simulque incipiant ab eodem termino moveri omnia. Similis est vibra-

in Atmoſphæra ſuſpenſa, natantia, mota, propulſa, incenſa, conjuncta, ſeparata, adſcendentia, vel deſcendentia, Phænomena qualiacunque excitant.

§. 1180. Varia & multa Terrarum orbis expirat, quæ in ſublime adſcendunt, atque cum Aere permiſcentur. Sunt hæc ſubtiliſſimæ fere omnium terreſtrium corporum particulæ, ſive Firmorum, ſive Fluidorum fuerint, ſive a Natura, ſive ab Arte productorum: veluti ſunt. 1. Quicquid Spiritum odorum quarumcunque Plantarum, Florum, Fructuumve conſtituit, qui ſponte ex iis exhalare ſolet, & volatilis eſt. 2. Aquæ Plantarum omnium exhalantes ſponte, vel a Sole, dum exſiccantur, elicitæ. 3. Spiritus ardentes, qui ex ſuccis Plantarum fermentatis conficiuntur, qui magna copia in uſus humanos arte præparantur, & volatiles ſunt, quibus ſimiles Natura gignit, quotieſcunque ex ſucculentis Plantis elapſus liquor tepenti Aeri committitur; aut Plantæ ipſæ, Aqua humectatæ eidem Aeri exponuntur. Hinc nonnullorum Fluminum Aquæ fermentantur, & Spiritus ardentes eructant, veluti de Aqua Thameſis id eſt notiſſimum, & de Aqua fluminis Alutæ idem notavit Tylkowsky (a). 4. Plantarum Olea Sol volatilia facit, & diſpergit per Aerem, ut docet earum exſiccatio, qua ita oleis ſuis orbari poſſunt, ut non amplius Ignem alant. Horrendus fœtor, qui in Laboratoriis eorum datur, qui ſaponem coquunt, pendet tantum ab oleo volatili. 5. Plantarum Salia quoque in Aerem adſcendunt, uti combuſtarum fuligo ſalſa docet: ſed & putrefactione, exſiccatione, fermentatione hæc volatilia evadunt. 6. Fuligo præter Salia & Olea, etiam multum Terræ volatilis ſecum vehit: Cineres montium ardentium, uti

(a) *Philoſ. Curioſ.*

---

vibrationum compoſitio, quibus auditus organum pulſatur, dum octava ſeu diapaſon cum interjecta quinta ſeu diapente reſonatur; ſimiliſque adeo ſenſus jucunditas adeſſe debet. Quod ſi numeri oſcillationum in pendulis, aut ictuum in ſonantibus chordis eodem tempore confecti vel invicem ſint incommenſurabiles, vel ita inter ſe diſtent, ut nonniſi poſt longum tempus determinatus vibrationum numerus in ſingulis recurrat, tum ut inordinata oſcillationum pendulorum mixtio viſum confundit, ita diſcrepantes nimium & incommenſurabiles reſonantium chordarum vibrationes, pulſuſque moleſte admodum auditus organum vexant & excruciant. Etſi vero adductis exemplum modo, non jam quæſitæ rei cauſa contineatur, iiſdem tamen meliora nec a Philoſophis ſunt adducta hucuſque, nec adferri unquam poſſe videtur.

uti Ætnæ & Vesuvii ad centena milliaria in Aere provolvuntur (*a*). Venti tenues Ægypti, Æthiopiæ, Arabiæ, Guzarath, Lybiæque arenas undarum instar per Aera deferunt, quibus exercitus Cambysis obtectus fuit (*b*). 7. In Atmosphæram se recipit, quicquid subtilissimum ex omnium Animalium corporibus undique exspirat, & sub nomine perspirati Sanctoriani venit. 8. Sudor animalium. 9. Olea Animalium subtilissima ex putrefactis cadaveribus genita. 10. Salia volatilia Animalium. 11. Ex Fossilibus autem plura Atmosphæram implent, quam memorari possunt, præcipua autem hæc sunt; Vapores Aquarum dulcium & Oceani. 12. Sulphura non incensa, quæ ex montibus Vulcaniis copiose eructantur, aut sunt in lithanthracum fumo: Horum ardentium spiritus acidi admodum suffocantes, qualis ex locis, quæ *Averna* vocantur, exspirant, veluti apud Cumas, in ipsa Athenarum arce in Syria (*c*). Huc referenda sunt Arsenicum, Auripigmentum, Cobaltum, Sulphur Antimonii, Bismuti, Zinci; tum quæ in aliis locis ex Terræ superficie exeunt, & sæpe incensa ardent, veluti apud Gratianopolim, & in agro Petræmalæ a Blanchino descripta (*d*), qualia etiam Galeatius ad Barigatiam profectus notavit (*e*), & alia ardentia, quæ Cl. Ripa elegantissime descripsit (*f*). Sunt etiam multi fontes, quorum Aquæ, simulac Flamma admovetur, incenduntur, propter tenue Sulphur, ex Terra simul cum Aqua eructatum, & hac volatilius (*g*) 13. Olea Terræ & Petrolea: est enim quod ex Monte Ciriaco colligitur, admodum volatile (*h*). 14. Salia diversissimorum generum, quæ omnia aliquantum volatilia sunt, atque Atmosphæram quasi implent; præcipue matrix Nitri, Vitrioli, Aluminis, Sal marinum, &c. & horum acidi Spiritus, ex montibus Vulcaniis erumpentes, aut ab igne subterraneo hinc inde producti; tum Acidum vagum Fontium & Fodinarum, hoc enim metalla & alia corpora in Aere corrodere solet. 15. Immo & omnium Metallorum & Semimetallorum partes in Igne vulgari volatiles fieri possunt, sive solæ, sive ope additorum corporum.

(a) *Philos. Trans. N.* 21. (b) *Seneca Q. N. L.* 2. *C.* 30. *Varenii Geogr. S.* 6. *C.* 21. (c) *Lucret. L. VI. V.* 740.

(d) *L' Hist. de l' Acad. Roy. An.* 1706. (e) *Comm. Bonon. Vol.* 1. *p.* 106. (f) *Dissert. Meteorol.* (g) *Lucret. VI. V.* 879. (h) *L' Hist. de l' Acad. Roy. An.* 1736.

rum. 16. Insuper innumera alia ex visceribus Terræ continuo exspirant sursum: præcipue ex fodinis metallariis, quæ pallidas reddunt hominum facies, eosve interimunt (a): quadruplex diversum genus in fodinis Lithanthracum deprehensum notavit Listerus (b), quod Fossorum candelas aut exstinguit, aut eos suffocat, vel in convulsiones conjicit, aut incensum omnia viribus immensis disjicit. Quibus addatur Spiritus ad exiguam altitudinem a Solo tantum in crypta canica, aut in Lapicidina Pyrmontana adscendens (c), ut & ille, qui ex puteo in Insula vecti, adeo lethalis exspirabat (d). Ex monte Phrygiæ prope Hierapolim pestilens vapor exit (e). Idcirco quicquid arte Chemica ope Fermentationis, Putrefactionis, Solutionis, Attritus, Effervescentiæ, aut Ignis produci potest, & volatile fit, id quoque a Natura, iisdem usa operationibus, factum, in Atmosphæram adscendit, quæ ita Officina Chemica præstantissima & perfectissima evadit, comprehendens ex omnibus corporum generibus partes, & producta innumera. 17. Præter hæc omnia natant plurimæ per Aera dispersæ plantæ, veluti sunt Mucagines, Musci, Semina subtilissima & invisibilia Plantarum, fungorum. 18. Diversissima Animalcula.

§. 1181. Nonnunquam ingentes copiæ & tractus corpusculorum ejusdem generis in Atmosphæra natant, quæ tantum differunt a conditione priori, quum collecta massam componebant, quod a Firmo in Fluidum, vel ex Fluido in Fluidum rarius conversa sunt, eorumque partes remotius a se solutæ, nunc in Aere, sibi nequaquam contiguæ hæreant, quamobrem multas proprietates, quæ a raritate non mutantur, retinuerunt, viresque eas exercere poterunt, quas antea, cum Fluidum aut Firmum componebant, vel simulac iterum in unitam massam conjungentur.

§. 1182. Hujusmodi tractus uniformium partium in Atmosphæra hærentium, a ventis propulsi occurrunt aliis diversi generis partibus, quibuscum permiscentur: tum vero iidem, vel similes effectus orientur, quos artificiali permixtione eorundem corporum fieri observamus. Quoniam autem mortales paucissima corpora huc usque in partes dissolverunt, easque secum permiscuerunt, in Atmosphæra

(a) *Lucret. L. VI. V.* 808. (b) *Philos. Trans. N.* 117.
(c) *Philos. Trans. N.* 448. (d) *Philos. Trans. N.* 450.
(e) *Plinius L.* 2. *C.* 93.

phæra autem hæreant fere omnium corporum Terrestrium partes, quæ sibi occurrunt, & in sublimi permiscentur, orientur ab iis effectus nondum observati, & quibus similes non vidimus; quamobrem plurima Phænomena, quæ nec clare intelligi, nec demonstrari poterunt, orientur; nisi postquam plurima experimenta permixtionum capta fuerunt, quarum tamen perfecta doctrina, propter numerum, haberi non poterit, uti patet unicuique in Combinationum scientia versato, quamobrem nonnullorum Meteororum causam semper ignorabunt Philosophi.

Sed & plurima diversaque secum permixta simillimos suscitant motus, adeoque in sublimi sæpius similia Phænomena a variis exhalationibus suscitabuntur: adeo ut earundem apparitionum non semper eadem causa futura sit.

§. 1183. Cumque propter Terræmotus ingentes in ejus abditis visceribus fiant mutationes, crustæque sive densiores, sive lapideæ, quæ antea nonnullorum corporum Exhalationes foris erumpere impediebant, frangantur & removeantur, poterunt nunc illæ, dirupto solo & patefactis faucibus, in sublime adscendere, nova excitare Phænomena, nondum audita vel conspecta, quæ durabunt quamdiu ejusmodi materiei fomes subsistet; quo sublato aut consumto, iterum cessabunt. An hinc nonnulla sæcula fertiliora aliis in progignendis Meteoris, alia vero steriliora? Erunt quoque Meteora suo natali solo propria, cum a diversarum regionum exhalationibus admodum discrepantibus pendeant. Ad accuratam igitur Meteororum cognitionem desideratur, ut quilibet in sua regione illa observet & describat.

§. 1184. Quodcunque ex Terra in altum adscendit, vocatur *Vapor*, vel *Exhalatio*. Vapor constat ex quibuscunque Aquosis & humidis partibus: Exhalatio ex partibus subtilissimis quorumcunque corporum Firmorum vel Fluidorum, nec Aqueis, nec humidis.

§. 1185. Ingens Vaporum & Exhalationum quantitas continuo ex Terra in altum adscendit, quibus dum Atmosphæra impletur & inquinatur, necesse est, ut plurima Phænomena suscitentur. Ultrajectis deprehendi ex Evaporationibus Aquæ multorum annorum in loco aperto, sed tenebricoso, mediam aliquam capiendo, eam anni spatio circiter esse æqualem 29 pollicibus Rhenolandicis; a qua observationes Sedileavii in Gallia captæ (*a*) vix differunt.

(a) *Memoires Mathe. & Physiq. A.* 1692.

runt. Cl. tamen Halleyus ex vase Aquæ pleno, & intra ædes Collegii Greshamensis ita posito, ut Solis radii & venti eo penetrare haud possent, toto anno exhalatione periisse octo digitos reperit. Si autem nostris observationibus innixi, 29 pollices evaporasse statuamus, hi in Aere natantes, & ad minimum millies rariores facti, altitudinem perpendicularem 2416 pedum occupabunt. Si dimidia Terræ superficies ponatur tecta Aqua, & ubivis parem Aquæ copiam in altum adsurgere, impleretur universa Atmosphæra undique circa Terram a solis vaporibus ad altitudinem perpendicularem 1208 pedum. Quot milliones doliorum navalium Aquæ singulo die ex Mari Mediterraneo sub forma vaporis adscendant, pulcro experimento determinavit Inclytus Halleyus (*a*): adeo ut quantitas vaporum quotidie adscendentium fidem superet. Terræ superficies reliqua ubivis consita est plantis, si deserta quædam arenosa excipiamus. Plantæ Exhalationum & Vaporum maximam copiam perspirant; nam secundum observationes laudatissimi Halesii (*b*), Heliotropium $3\frac{1}{2}$ altum pedes, spatio duodecim horarum ad minimum $1\frac{1}{4}$ ℔ exspirabat, adeoque fere tantum, ac Sol intra diem ex superficie Aquæ trium pedum quadratorum attollere solet. Posita simili reliquarum Plantarum exspiratione, Vegetabilia non minorem copiam in altum emittent, quam ex Aquis omnibus assurgunt vapores. Ex suis corporibus Animalia etiam quam plurimum perspirant, adulti enim hominis perspiratio est ad eam Heliotropii memorati, veluti 141 ad 100; ita & reliquorum animalium ponere licet: nam notante Keillio, homo 24 horis exspirat 31 Uncias, Halesius vero Heliotropium 22 Uncias eodem tempore perspirare observavit. Quamvis numerum animalium in Terra simul viventium ignoremus, scimus tamen eum esse maximum, quamobrem Exhalationes animalium non parum Atmosphæram implebunt: quibus si Exhalationes Vegetabilium, quæ per universum orbem exsiccantur, putrescuntve, tum incensorum corporum in usus quotidianos copiosissimi fumi, ut & ardentium montium; tum perspiratæ variæ partes ex visceribus Terræ, ab Igne excussæ subterra-

(a) *Philos. Trans. N.* 189. (b) *Vegetable Statiks* §. 1.

terraneo, accedant, liquet continuo ingentem copiam Exhalationum & Vaporum adſcendere in ſublimem Aera, inque eo Meteororum abundantem ſcaturiginem contineri.

§. 1186. Vapores & Exhalationes in altum propter varias cauſas adſcendunt, quarum hæ ſunt præcipuæ. 1. α Ignis terreſtris, ſubterraneus, & Solis, ingreſſus corpora, eorum partes rapido agitat motu, ſubtiliſſimas & a cœtu materiæ depulſas, excutit e corporibus, magnaque rapiditate, ſecundum leges percuſſionis, in altum propellit (1). β. Ignis quoque corporum particulas ingreditur, eaſque rarefacit: ſi igitur aliquas a reliquo cœtu ſeparaverit, & deinde rarefecerit, ut, quæ antea ejuſdem gravitatis ſpecificæ ac Aqua fuerant, diametrum decies majorem acquirant, habebunt volumen millies amplius, ſub quo eandem materiæ copiam concludentes, Aere ſpecifice leviores erunt; quamobrem per illum adſcendent, donec rariori Aeri, pariſque ſecum denſitatis, occurrant. Quo igitur Aer eſt gravior, eo minor corporum rarefactio, ut ad-

(1) Dum vero in altum divulſæ terreſtrium corporum partes propelluntur, earum ſubtilitate fieri poteſt, ut inſtar corporum minus in ſpecie gravium non deſcendant, variiſque aeris regionibus, ad quas projectionis vi pervenerunt, ſuſtineantur. Id ſane ab aeris & Atmoſphæræ partium tenacitate, qua fluida quæque donari conſtat, ſuam habet originem. In corpore ſiquidem aere graviore (quod & de levioribus intelligi etiam debet) duplex eſt vis, alia qua corpus deorſum trahitur, altera qua idem cohibetur, quominus deorſum deſcendat. Prior ab ipſius corporis gravitate oritur, quæ ſemper quantitati materiæ, ſeu ipſi corpori eſt proportionalis; ſecunda vero a partium aeris cohæſione dependet; has enim omnes a ſe invicem ſeparare corpus debet, ut deſcendere poſſit; cumque partes ſeparandæ eo plures ſint, quo major fuerit ejus corporis ambitus, patet eam vim, qua corpus deſcendere cohibetur, in eadem ratione eſſe cum ipſius corporis ambitu & ſuperficie. Vis ergo qua corpus in aqua deſcendit, corpori ipſi ſeu maſſæ eſt proportionalis; reſiſtentia vero quæ deſcenſum impedit, ſuperficiei ejuſdem corporis proportione reſpondet. Quo igitur corpus deorſum deſcendere poſſit, earum virium prior alteram ſuperare debet; ſi enim aut æquales ſint, aut gravitas a reſiſtentia vincatur, corpus in medio aeris ſuſpenſum remaneat, neceſſe eſt. Liquet ergo quodvis corpus aere gravius, in particulas adeo tenues dividi poſſe, ut tandem reſiſtentia gravitatem aut excedente, aut æquante, deſcendere nullo modo valeat; ſuperficies enim cui vis reſiſtentiæ reſpondet, in diviſione corporis augetur, & infinite quidem poteſt augeri, cum corpus in infinitum dividi poſſit. Quod de aere dictum eſt, potiori jure in aqua obtinet, cum ejus partium cohæſio partium aeris cohæſione longe major ſit: hinc intelligitur graviora in ſpecie corpora ſi in minutiſſima fruſtula fuerint comminuta, ut terræ, ſalium, metallorum &c. particulæ, cum in aere, tum in aqua ſuſtineri poſſe, nec deorſum ruere.

adſcendant, requiritur: quo Aer eſt levior, rariorque, eo major rarefactio corporum deſideratur: idcirco quoties Mercurius humilem ſtationem in tubo Torricelliano ſervat, pauci vapores adſcendent; ſed copioſiores, cum Mercurius eſt alte ſuſpenſus, veluti Cl. Graden frequenter obſervavit (a). γ. Ignis corpora in partes tenuiſſimas ſolvit, ſi proinde aliquas ſubtiliſſimas e reliqua maſſa excuſſerit, quæ præ ſubtilitate ſingulis particulis Aereis leviores ſint, poterunt per Aera ſurſum ferri, pari modo ac ſpecifice leviores. γ. Plurima corpora eidem Igni cum Aere expoſita, plus Ignis quam Aer in ſe recipere, & aliquamdiu retinere poſſunt: cum vero Ignis in æquilibrio cum omnibus vicinis corporibus & ſpatiis eſſe nitatur per §. 791, 793. ſimulac partes ſubtiles corporum a reliquo cœtu pepulerit, atque in earum poris copioſius, quam in vicino Aere, ingreſſus ſit, una cum illis in Aerem avolat; eo rapidius, quo majus diſcrimen æquilibrii in calore Aeris & partibus, in quibus hæret, datur: hac ratione autem partes volatiles ſimul cum ſuo Igne æque lateraliter, ac ſurſum abripiuntur, uti veſperi diebus ſerenis æſtivis in vapore ex foſſis adſcendente, & ſe æque lateraliter ſupra prata expandente, & adſcendente, videre eſt; vel cum durante gelu, veſpertino tempore inſignem in glacie aperturam faciamus, ex qua vapor Aquæ calidioris, quam Aer eſt, copioſiſſime aſſurgit. ε. Quotieſcunque corporum partes a ſe Igne ſeparantur, atque ex ſphæra ſuæ attractionis exeunt, intrant quaſi ſphæram repulſionis, ſeſe fugando, quo pacto ab Igne volatiles redduntur (1); ſi proinde hæc repulſio quantitatem caloris ſequatur, uti aliquomodo colligere licet, facile patet, quamobrem ex Aqua, Aeri aperto expoſita,

 omni

(a) *Philoſ. Tranſ. N.* 171.

(1) Quæ de repulſionis ſphæra hoc & ſequenti §. tradit Auctor, ex dictis in noſtris adnotat. ad §. 551, 1026, 1095 ſatis ſuſpecta haberi debere liquet. Quæ præterea vi ignis ſeparantur terreſtrium corporum partes, volatiles reddi poſſunt per ſolam attractionis vim, qua eadem terreſtria corpora, & atmoſphæricus aer in ſe mutuo agunt. Cum enim majora corpora per vim attractionis minori velocitate ad ſe accedant, quam minora, uti theorem. *6.* adnot. ad §. 551 demonſtratum eſt, neceſſe eſt ut etſi terreſtria corpora ab aere attrahantur, ob eorum tamen craſſitiem, magnitudinemque adeo languidus & lentus ſit eorum motus, ut facile impediri, & deſtrui poſſit. At dum vi ignis exiguiſſimæ terreſtrium corporum particulæ a reliqua eorum maſſa divelluntur, majori velocitate tendere debent verſus Atmoſphæræ partes, a quibus attrahuntur; qua quidem ratione volatiles evadunt.

omni tempore vapor exire possit: cum enim per §. 729. vapor ebullientis Aquæ sit 14000. vicibus Aqua rarior, calor autem tum gradibus 212 in Thermometro Fahrenheytii indicatur, erit posito calore æstivo graduum 91, vapor 5943 vicibus rarior quam Aqua, & posito calore graduum 32 in hoc Thermometro, erit vapor 2113 vicibus rarior, quam Aqua: sed est Aer plerumque sexcenties vel septingenties rarior Aqua, adeoque vapor ejusmodi Aere rarior adhuc erit: idcirco hyeme ex apertura in glacies assurgens vapor in Aerem adscendere poterit, veluti rerum eventus quoque docet. Particularum e corporibus in altum adscendentium ignis præcipua esse causa videtur: nunquam enim plus Aquæ in sublime adscendit, quam diebus æstivis, Sole admodum urente: Corpora firma quoque in Igne volatilia fiunt.

2. Non tantum corporum partes Igne separatæ vim repulsionis acquirunt, sed quoque, quæ Fermentatione, Putrefactione, Permistione, Separatione, Effervescentia de cœtu separentur; idcirco plurimum Vaporis & Exhalationis ex corporibus, quæ hujusmodi actionibus exponuntur, adscendere tum solet. Ne autem dubium restet, an partium volatilitas separatione sola oriatur, observa, quotiescunque Fluvius ex præcipitio in rupem cadat, quam verberet, quantus vapor hinc oriatur. In Chanada ex altitudine 156 pedum præceps delapsum flumen Niagara, cum ingenti circumjacentium regionum strepitu, nubem ex elisis particulis, specie assurgentis roris spissioris, format, ad 5 Milliarium distantiam conspiciendam (*a*). Simile quid de fluvii Velini præcipitio tradit Cassinus (*b*); tum de Giotha Elf in Suecia Leopoldus (*c*).

3. Aer ab Aqua & multis aliis Fluidis attrahitur, atque ita fit solutionis species: pari actione Aqua & Fluida trahuntur ab Aere; idcirco Aquæ & aliorum Fluidorum partes ab Aere attractæ, simulac de cœtu separatæ fuerint, in Aerem adscendent, per quem distribuentur.

4. Venti quoque multas corporum partes, præcipue Aqueos vapores elevant, & secum abripiunt; hinc panni humidi, vento expositi, cito exsiccantur.

5. Tandem quicquid efficere potest, ut corporum partes a se solutæ, specifice leviores Aere evadant, erit causa adscen-

(a) *Philos. Trans. N.* 371. (b) *Memoires ad opt. T.* 6. (c) *Relatio Epist. p.* 97.

ſcenſus. Si particulæ ejuſmodi Aere ſpecifice multo leviores, occurrant aliis gravioribus, quibus adhæreant, maſſam adhuc ſpecifice leviorem Aere componere, cumque iis ſimul in ſublime adſcendere poterunt.

§. 1187. Vapores aſcendere ex Terra detegimus. 1. Cum ſolum, remotique montes fumum eructare conſpiciuntur. 2. Cum admodum diſſiti montes, cælo etiamſi ſereno, quaſi in nebula hærent. 3. Cum omnia procul diſtantia corpora quaſi ſubſultare videntur. 4. Cum vapor ex lacubus & paludibus ſub forma nebulæ aſcendit. 5. Cum Sol & Luna orientes occidenteſque vehementer rubent.

§. 1188. Quia Atmoſphæræ denſitas, & proinde ejus gravitas ſpecifica in variis a ſuperficie Terræ altitudinibus diſcrepat, poterunt vapores & Exhalationes in Aerem adſcendere ad altitudines diverſas, illæ, quæ ſunt rariſſimæ, aut ingenti vi ſe repellunt, ad maximas: illæ ad minimas, quarum gravitas ſpecifica vix ab Aere differt; aut quæ exiguo motu, ſive mechanico, ſive repulſionis, ſurſum propulſæ fuerunt: illæ ad aliquam intermediam altitudinem aſſurgent, quarum gravitas cum Aere mediæ regionis eſt in æquilibrio.

§. 1189. Ex quibus liquet, quare Nubes in diverſiſſimis a Terra altitudinibus formentur, & Meteora alia nunc prope Terræ ſolum, nunc in majori ab ea intervallo contingant: tum quare mutata Aeris denſitate in eodem loco, Exhalationes in ipſo ſuſpenſæ adſcendant, deſcendantve?

§. 1190. Quæ Atmoſphæra eſt denſior, eo Vaporibus & Exhalationibus gerendis aptior eſt; quo Aer rarior, eo ineptior erit. Eſt vero hyeme Atmoſphæra frigida, denſior, & gravior, uti obſervationes Barometricæ hujus regionis oſtendunt; quamobrem hyeme Atmoſphæra maximam Vaporum & Exhalationum copiam in ſe recipere atque retinere poterit; ideo tum temporis plurima Meteora contingunt. Et quia hæc ratio potiſſimum in frigidis Regionibus locum habet, manifeſtum eſt, quare in his plura Meteora, quam in calidis locis obſervantur.

§. 1191. Deſcendunt Vapores & Exhalationes ex Atmoſphæra ad Terram ab his potiſſimum cauſis.

1. Simulac Aeris denſitas, & proinde gravitas ſpecifica a quacunque cauſa imminuitur: tum enim non amplius Exhalationes cum eo in æquilibrio erunt, ſed gravitate prævalentes deſcendent; veluti analogo probatum eſt

Experimento, cum Aer humidus in recipiente, ope Antliæ rarefit, mox nubecula formatur, quæ cadit, ſimulac plus rareſcit Aer: ideo ſæpe pluviam, aliaque Meteora obſervamus, cum Mercurius in Barometro admodum humilis pondus Aëris denſitatemque exiguam indicat.

2. Quando quæ adſcenderant, ab Igne admodum rarefacta, poſtea amiſſo Igne iterum condenſantur, & ſpecifice graviora Aere evadunt.

3. Deſcendunt, conſumto motu, quo ab Igne, vel ab aliis cauſis ſurſum propellebantur.

4. Quum plures particulæ, ſive a ventis oppoſita directione flantibus, ſive a ventis contra obices reſiſtentes compulſæ, vel a quacunque alia cauſa, ſibi occurrentes coeunt; quo concurſu ſpecifice graviores Aere factæ, deſcendunt.

5. Quando nonnullæ Exhalationes ſibi occurrentes illius ſunt indolis, ut ſecum efferveſcant, atque deinde dentur præcipites, veluti in præcipitationibus Chemicis contingit.

6. Quando a ventis Exhalata ſimul cum Aere, in quo hærent, deorſum pelluntur.

7. Si venti horizontali directione flantes infra eam Atmoſphæræ partem, in qua ſuſpenduntur Exhalationes, Aerem ex loco propulerunt; tum enim ſuperior Atmoſphæræ pars ſua gravitate ſimul cum omnibus, quæ complectitur, in locum a priori Aere relictum deſcendit.

8. Sed & radii Solis orientis occurrentes Exhalationibus, eas ad Terram determinant: cumque ſimul Aerem rarefaciunt, ſive ſpecifice leviorem reddunt, eo magis Exhalata deſcendent.

9. Quando in Atmoſphæram plures Exalationes & Vapores adſcendunt, quam ab ea ſuſtineri poſſunt, relabentur ſuperfluæ, motu, quo adſcendebant, prius amiſſo.

§. 1192. Meteora commode dividi poſſunt in tria genera. 1. In Aquea, veluti ſunt *Nebula*, *Nubes*, *Ros*, *Pluvia*, *Pruina*, *Nix*, *Grando*, *Turbo*, *Iris*, *Halo*, *Parhelii*, *Paraſelenæ* &c. 2. in Ignea & lucentia; veluti ſunt *Ignes Boreales*, cum ſuis variis ſpeciebus, *Stellæ cadentes*, *Ignes fatui non urentes*, & alii *inflammantes*, *Ignes Lambentes*, *Bolis*, *Fulgur*, *Fulmen*, *Tonitru* &c. 3. Aerea; quæ ſunt *Venti*: Hoc ordine Meteora breviter exponam.

CAP.

CAP. XXXIX.

De Meteoris Aqueis.

§. 1193. QUotiescunque in Atmosphæra prope Terræ solum Vapores vel Exhalationes ea sunt copia, vel eo modo constituuntur, ut plurimum Lucis intercipiendo, Aerem solito opaciorem efficiant, *Nebulam* adesse dicimus.

§. 1194. Formantur Nebulæ ab Exhalationibus & Vaporibus, qui ex Terra lente adscendunt, aut ex alto in eam lentissime relabuntur, adeo ut in eodem loco suspendi, vix promoveri videantur. Cum componuntur ex Vaporibus, humidæ & udæ sunt nebulæ; tum non nocent Animalium sanitati, nec fœtent: sed quæ ex Exhalationibus constant, sæpe fœtent; aliquæ noxiæ sunt sanitati, plurimorum morborum causæ, imo sunt aliæ lethiferæ. Nebulas sæpe ex alia materia, quam ex Aqueis vaporibus componi, liquet; quia post eas nonnunquam Aquæ superficiei innatans pellicula, pinguis, rubicunda, conspicitur, illis similis, quam Chemici, Sulphur auratum Antimonii præparantes, observant.

§. 1195. Fiunt Nebulæ cælo tranquillo, carente vento, nunquam regnante impetuosiori vento, a quo solent discerpi & discuti. Plerumque observantur vesperi, in primis si Sol diurnus Terram valde calefecerit, & ipso occidente Aer cito refrigeretur, quia in hunc calefactæ corporum Terrestrium partes copiose adscendere coguntur. Id præcipue in Belgio Vere & Autumno, rarius Æstate contingit; quia inter æstivi Aeris vespertinum & diurnum calorem minus discriminis est, quam tempore Veris vel Autumni. Fiunt quoque Nebulæ mane ad Solis ortum; cum Aer citius ab eodem calore rarescit, quam quæ in eo suspenduntur Exhalata, quæ cum ideo specifice graviora Aere evadunt, descendunt; partim quoque a radiis Solis deorsum pelluntur. Frequentius conspiciuntur mensibus hybernis, Novembri, Decembri, Januario, Februario, rarius æstivis propter frigus Atmosphæræ subito condensans Vapores & Exhalationes; hinc si Hyeme animam efflas, Nebulam vides, cujus nullum est signum Æstate. Idcirco in locis Polo septentrionali vicinis, pluribus sequentibus diebus dantur Nebulæ. Contingunt plerumque flante

vel præcedente Vento Africo, vel Auſtro, vel Euro, raro cum aliis Ventis, illi enim ex vicino Oceano plurimos vapores ad nos advehunt. Contingunt Nebulæ regnante & perſtante gelu, ut & cælo clementiori.

§. 1196. Si diebus aliquot ſequentibus adfuerint, non raro Pluvia, vel Nix immediate poſt ſequitur, Vaporibus tandem in moles majores coeuntibus.

§. 1197. Obſervantur Nebulæ, Mercurio in Baroſcopio ſtationem altam humilemve tenente. Fiunt Mercurio elevatiori, quando cælum diu tranquillum manſit, & accumulati interim ſunt copioſiſſimi Vapores vel Exhalationes, Aerem ſua copia & partium inordinato ſitu reddentes opacum. Vel quia exhalata ſua gravitate per Aerem pigrum ſubſidere incipiunt. Dantur Nebulæ Mercurio humiliori, quando nec diu ante cælum fuit tranquillum, nec poſtea manet, atque ex ſe ſua contenta demittit, quæ propter ſuam raritatem in ſe ſoluta retinere nequit; quod experimento in §. 1191. N. 1. memorato probatur.

§. 1198. Quum Nebula denſa in Terram delabitur, eam Pluviæ inſtar irrigat; conſtat enim ſæpe iiſdem, ac hæc, vaporibus, ſed rarioribus, qui magnitudine etiam differunt, aliquando ſua ſubtilitate aciem fugiunt, interdum majores videri poſſunt, exiguas guttas referentes. Idcirco mirum non eſt; in iis Iridem ſubalbicantis coloris potuiſſe conſpici, qualem obſervavit Dechales (a). Labitur Nebula ſine diſcrimine in omnia corporum genera, ſive polita, rudia vel aſpera fuerint: interdum, ſi admodum humida ſit, ſe in ædes penetrat, parietibus, omnique ſuppellectili ſeſe adjungit, & guttatim defluit.

§. 1199. Nebulæ aliquando plus, aliquando minus diurnæ lucis intercipiunt: interdum tanta caligo effunditur, ut conſpectum in vicino ſtantium eripiat. Hæc Aeris opacitas ab inordinato partium ſitu, irregularis figuræ & magnitudinis meatus efficiente, pendet; tum ab admodum diſcrepante denſitate inter Exhalata & Aerem; quibus fit, ut dum lux tranſire nititur, inæquabiliſſime trahatur, & continuo a recto deflexa tramite, tranſire impediatur. Hinc crebro evenit, ut Aer paucis fœtus vaporibus, nebuloſus & opacus appareat, qui pellucet, ſimulac Aer plures vapores, æquabilius per ipſum diſpoſitos, receperit.

§. 1200. Aliquando Nebulæ ſunt rariſſimæ, & æquabili-

(a) *Tract. de Meteoris* §. 4.

biliter per magnam Atmosphæræ regionem dispersæ; aliquantum lucis intercipientes; tum Sol inspectus oculi aciem non lædit, apparet pallidus, absque radioso jubare, & interim sub solito cæruleo colore conspicitur Atmosphæra, ac si cælum fere serenum foret.

§. 1201. An non serenitas sequitur Nebulas æstivas matutinas? quia hæ facile propter paucitatem & raritatem vel ex Atmosphæra excutiuntur, vel propter Solis radios adeo attenuantur, abiguntur, disperguntur, ut penitus solutæ in minima per eam vagentur.

§. 1202. An non in montibus multæ & repentinæ Nebulæ oriuntur a ventis in montes incurrentibus, & vapores, quos raros, sparsosque secum vehebant, condensantibus?

§. 1203. Cur ex Montium latere, a Sole illustrato, videntur spectatori in valle stanti assurgere Nebulæ, fumi crassi instar ex camino adscendentis? Tantum quia spectator lateraliter & oblique inspicit radios Solis in montem illapsos, trans quos vapores adscendentes facile videri possunt, veluti pulvisculos, in Aere, radiisque Solis natantes, a latere cernimus.

§. 1204. *Nubes* est tantum Nebula, sed altius supra Terram in Aere suspensa: idcirco Nebula adscendens, in Nubem versa videtur. Constat id liquido, si ad incensorum quorumcunque corporum adscendentem fumum, illico formantem Nubem, attendamus.

2. Quotquot Itineratores in Nubes, montibus inhærentes, adscenderunt, eas tantum Nebulas esse observarunt, veluti id Cabæus, Froelichius, Sturmius, Mariottus, Dechales, Lamyus, Frezierius &c. oculati testes prodiderunt; nec unquam eas ex nive, glacie, vel mole firma constitisse deprehensum fuit.

3. Figura earum perpetuis mutationibns est obnoxia, quod non nisi rarioribus Exhalatis & Fluidis, non firmis concretisque corporibus, competere potest.

4. Simulac Nubes in massas firmas concrevissent, gravitatem specificam multo majorem ea, quæ est in Aere, acquisivissent: adeoque abrupto pondere pressæ illico caderent, nisi ab impetuosissimis sustentatæ ventis rapidissime promoverentur: Quietæ ernici velocitate deorsum ruerent; quod non contingere in Nubibus, quæ solidissimæ esse videntur, quotidiana experientia testatur.

§. 1205. Nubes tamen opaciores Nebulis apparent

candidiores plerumque, non aliter, quam si mera nix, vel corpora alba, solida, fuissent. Hæc apparentia non adeo ex diversa constitutione partium inter Nubem & Nebulam oritur, quam quia Spectator Nebula cinctus, lucem, Nebulam ingressam, accipit, cum Nubem intuitus, lucem ab exterioribus partibus reverberatam, & admodum copiosam, suis oculis haurit: estque reflexa lux copiosior, & proinde fortior, transmissa.

§. 1206. Nubes in Atmosphæra ad diversissimas altitudines suspenduntur; nonnunquam aliquot supra se, distinctæque cernuntur, prout varia earum gravitas specifica cum Aere æquilibrium agit. Cognoscuntur facile ex diversis, quibus propelluntur, directionibus. Altissimæ vix ad parem cum excelsissimorum montium cacuminibus adscendere videntur altitudinem: nam supra Nubes multos se montes attollere procul spectantibus apparet. 2. Multi, qui horum montium vertices adscenderunt, infra se Nubes, non supra deferri, observarunt. 3. Ricciolus, instituta mensura Geometrica, nunquam altissimas Nubes ad 5000 passus evehi notat; Keplerus tantum ad $\frac{1}{4}$ partem Milliaris Germanici. Forte tamen Exhalationes quædam rarissimæ ad majorem altitudinem assurgunt, uti ex Auroris Borealibus nonnullis conjecerunt aliqui. Et si Vapor Aquæ in spatium 14000 majus rarefieri possit, erit Aere, prope Terram, decies sexies rarior; verum Aer intervallo 14 milliarium Britannicorum a Terra foret, secundum Legem elasticitatis, decies sexies rarior, quam ad ejus superficiem; quamobrem si Vapores, aut Exhalationes, his raritate similes, in suo adscensu per Aerem non condensarentur, possent, ex lege æquilibrii, ad 14 milliaria Britannica elevari.

§. 1207. Nubium figura & magnitudo quolibet temporis momento mutatur; nunquam enim Aer, quo ambiuntur, omnino quiescit, idcirco partes hinc inde abripiuntur, aliæ aliunde adveniunt. Si autem aliquis sensibilis spiraverit ventus, qui Nubem inferius vel superius attingit, perpetuo magnæ partes ab ea discerpuntur.

§. 1208. Termini Nubium sunt valde irregulares, & quasi asperrimi; ex quibus sequitur, Nubem non esse molem ex unitis conjunctisve partibus constantem, quippe Fluidum unitum in alio Fluido natans, sphæricam indueret figuram; quæ maneret, si id Fluidum in solidum verteretur.

§. 1209.

§. 1209. Nubium magnitudo est diversissima; sunt enim aliæ Nubes exiguæ, sunt aliæ, quas Mariottus (*a*) milliari longiores deprehendit. Sunt quædam admodum crassæ, ut ex copia Pluviæ, ex eadem nube deciduæ, colligi potest, quam aliquando altitudinis unius pollicis Rhenol. æqualem observavi, unde concludendum, crassitiem ejusmodi Nubibus ultra 100 pedes fuisse.

§. 1210. Disputant Philosophi, utrum Nubium superior inferiorque superficies plana, an inæqualis existat; certum est, utrumque obtinere; exstantiores tamen partes vi Ventorum prius a reliquo cœtu abripi.

§. 1211. A ventis prærapida celeritate sæpe promoventur Nubes, adeo ut horæ spatio iter 6 vel 7 milliarium Gallicorum conficiant. Aliquando a Vento adeo discerpuntur in partes, ut illico evanescant: hinc nonnunquam sævientibus procellis cælum est serenum. Aliquando Nubes dissipantur, ut ex conspectu evanescant, radiis nempe Solis vapores crassiores, e quibus nubes componebantur, attenuantibus, quo non tantum adscendunt, sed per alium Aerem distribuuntur, ut simul cum eo pelluceant. Hoc modo interdum Nubes a Sole stricta, fumum assurgentem edidisse visa fuit, atque in altiores Nubes mutata. Dissipantur quoque Nubes, Aeris pondere aucto; tum enim adscendunt, ut cum Aere superiori & rariori in æquilibrio sint, atque ita per purum delatæ Aerem solvuntur, ac insensibiliter deliquescunt.

§. 1212. Conspiciuntur nonnunquam Nubes diversis suffectæ coloribus; plerumque tamen apparent albæ, quarum partes Lucem Solis, non separatam in suos colores, repercutiunt. Sunt Nubes aliæ fuscæ & nigræ, quales illæ, quando tonat, quæ lucem in se absorbent, vix reverberant. Mane & Vesperi Oriente & Occidente Sole apparent Nubes rubræ, quæ Sole, horizontem propiore, videntur violaceæ, mox cæruleæ. Hi colores oriuntur a Luce, stringente pellucidas Vaporum sphærulas, eas intrante, dein reflexa, mox exeunte & refracta in colores, quorum nunc rubri, nunc violacei, nunc cærulei aciem feriunt, pro varia Solis altitudine, simili aliquantum modo, ac in Iride. Exinde intelligitur, quare Nubes quoque virides apparere possint, quales Frezierius conspexit, & in Itinerario Americano notavit.

§. 1213. Quare subsidente Mercurio in Baroscopio cælum

(a) *Mouvement des Eaux*. C.3.

fit

fit nebulosum? an non quia subsidens Mercurius Atmosphæram fieri leviorem, ineptioremque gerendis Exhalatis, indicat, quæ idcirco etiam descendunt, conjunguntur, cælum Nubemque opacam formant?

§. 1214. Nubes insignem habent usum, 1. Deferendo Pluviæ materiam ad omnes Terræ regiones. 2. Tegendo Terras, ne a perpetuo ardore Solis torreantur, atque ita Vegetabilia tempus & opportunitatem præparandi suum alimentum habeant. 3. Videntur esse Nubes præcipuæ causæ Ventorum liberorum. 4. Ut lux Solis diversissimis directionibus ad Terram reflectatur, atque ita plurima corpora, non directe a Sole illuminata, videri possint.

§. 1215. Terrarum halitus & vapor, plerumque raritate aciem fugiens, interdum nebulam imitatus, in altum adscendens, vel iterum ex cælo in Terram decidens, *Ros* appellatur.

§. 1216. In variis plantarum, cælo expositarum, partibus, noctu & mane guttæ quædam aqueæ colliguntur, quæ *Ros* dictæ fuerunt; cepitque opinio fidem, hunc noctu e cælo deciduum esse vaporem, in foliis plantarum collectum, imo hunc solum esse Rorem. Verum multæ & accuratæ observationes, has guttas tantum esse plantarum sudorem, ex vasculorum orificiis continuo exspirantem, evicerunt: nam quælibet planta suo rorat modo, pro varia vasorum fabrica, & orificiorum situ (*a*): 2. Plantæ vasis inclusæ, tectæve, noctu copiosiorem Rorem colligunt, quam quæ in aprico steterunt. 3. Colliguntur guttæ in iis modo locis, ubi vasculorum orificia manifesto patula sunt, non in universa foliorum facie, nec in locis humilioribus, uti fieret, si ex ambiente & deciduo halitu aut vapore oriretur. Hic plantarum sudor perpetuo quidem ex iisdem vasculis exhalat, sed aut a vento, aut a calore diurno abripitur, vel dissipatur: noctu post diem calidum, & Aere carente vento, ex vasculis copiose effunditur, colligitur, nec in Auras evanescit, priusquam Sol oriens liquorem calefecerit, reddideritque volatilem.

§. 1217. Sol suis radiis aliquousque in Terram penetrat, cuncta calefacit, rarefacit, concutitque, ut in altum evolent: quicquid interdiu assurgit, aciem fugit, per Aerem cito distribuitur: majori tamen copia, Aere post Solis

(a) *Gersten Tentam. de Rore.*

lis occasum frigescente, & per totam noctem, adscendere cum igne calefacti halitus ex Terra pergunt, lento delati metu, ut nonnunquam spatio 1 $\frac{1}{2}$ horæ tantum ad 31 pedum altitudinem elevati fuerint, & prius corporibus, a solo propioribus, quam excelsioribus, adhæserint.

§. 1216. Differt hic adscendens Ros pro varia loci natalis & soli constitutione; hic erit aquosior, ibi pluribus Spiritibus, Oleis, Salibus, Metallis, aliisque diversissimorum generum corporibus constabit; diversis idcirco proprietatibus præditus varia phænomena & morbos animalibus suscitabit. Hinc dantur Regiones, in quibus Ros nunquam attingit, labiturve in metalla polita, aliave quædam corpora, dumque ab his repellitur, ab aliis ingenti vi, quamvis etiam discrepanti, attrahitur, magnaque copia collectus adhæret (1): dantur aliæ Telluris plagæ, in quibus ab omnibus corporibus sine discrimine Ros attrahitur, inque omnia, cælo aperto exposita, labi videtur.

§. 1219. Sunt loca, in quibus tantum Ros in sublime adscendere, non labi observatur. Sunt loca, in quibus & ascendit, & labitur: majori tamen copia sursum, quam deorsum fertur. Cum vento promovetur, a quo aut condensatur, aut discerpitur, ut evanescat.

§. 1220. Quantitas Roris qualibet nocte, aut toto anno adscendentis determinari non facile potest, propter ventos, pluvias, aliaque incommoda: discrepabit hæc quoque variis

---

(1) Mira sane hæc roris proprietas, quod scilicet non omnibus indiscriminatim corporibus adhæreat, Auctori primum observata, digna sane est, quæ nostris tironibus diligentius spectanda exhibeatur. Pluribus eam confirmavit experimentis Dn. de Fay *in Monum. Reg. Scient. Acad. A.* 1736., ex quibus innotuit ex omnibus corporibus, vitra vel crystallos ejusmodi esse, quæ rorem omnium maxime recipiant; metalla vero, quæ omnium maxime respuant; itaut hæc duo corporum genera maximæ, minimæque ejus adhæsionis veluti extrema haberi merito possint. Si crystallinum vas argentea ampliori patina impositum rori exponatur, exiguo elapso tempore integra ejus vasis superficies rore madefacta comperietur, cum interim patina ut prius arida nullum admissi roris indicium exhibet. Idipsum observatur, si patina aurea, ænea, ferrea, vel ex alio metallo fuerit. Si contra in vitrea vel crystallina patina, quatuor vel sex hydrargyri contentæ unciæ rori exponantur, ejusdem magna copia deprehendetur in iis patinæ partibus, quæ a mercurio distant, eumque haud tangunt, nullum vero roris in mercurio erit vestigium. Hujus sane phænomeni causa, nisi a viribus attrahentibus, majori, minorique efficacia donatis repetatur, vix aliud est, quod in medium afferri potest.

riis in regionibus pro soli constitutione, situ, & calore, quem Sol cum ipso communicat.

§. 1221. Quoniam Ros diversissimis constat exhalationibus, in variis imo & diverso anni tempore in iisdem locis, collectus, dabit varia producta, veluti Aquas, Spiritus olentes, Sales, Olea, Terras: veluti Chemici experti fuerunt.

§. 1222. Quum æstate Sol vehementer calefacit arbores & herbas, elevantur ex iis quoque Olea, quæ decidua in Terram constituunt *Rorem Oleosum* vel *Melleum*: hic lapsus in Aquam, natat in ejus superficie, quam pinguem reddit. Vidi hunc plerumque ante meridiem diebus fervidissimis decidisse, sed in locis, in quibus arbores erant consitæ.

§. 1223. *Pluvia* est multitudo parvarum aquearum guttarum, diversis temporibus ex alto Aere relabentium.

§. 1224. Pluvia fere semper ex nubibus cadit: observavi tamen Pluviam, sed in exigua copia & rarioribus guttis delapsam ex Aere, nulla conspicua Nube obducto, æstate, cum cælum aliquandiu fuerat tranquillum, & æstus vehemens & quasi suffocans, quo vapores plures elevabantur, quam ab Aere sustineri poterant, qui mox remisso calore condensati coibant & relabebantur.

§. 1225. Pluvia formatur, quando Vaporis particulæ, Nubem componentes, propius ad se accedunt, ita ut se trahere queant, arctari, congeri, coire cum aliis in concilium, guttulam formare, quæ Aere ambiente specifice gravior, labitur, aliis guttis particulisve aqueis occurrit, cum iis simul conjungitur, increscitque in eam magnitudinem, quam cum in Terram labitur, habet.

§. 1226. Si tota Nubes in omni sui parte æquabiliter mutetur, sed lente, ut vapores pedetentim coeant, in guttulas minimas abibunt, quarum specifica gravitas cum ab Aere vix discrepet, lente per illum descendent guttulæ, Pluviam tenuissimam & Roriferam, sive Psecadem formaturæ; contingit hæc, sed minus frequenter. Eadem tamen eveniet, cum ab inferiori parte Nubes cœperit mutari, atque mutatio sursum lente proserpserit, tum enim vapores in exiguas coalescentes guttulas, lente descendent, & quantæ erant, cum Nubem relinquebant, tantæ ad Terram perveniunt.

§. 1227. Si vero Nubis superior pars prius mutetur, sensimque mutatio per mediam, ad inferiorem partem pertingat,

gat, prius formabuntur guttulæ minores in ſuprema Nubis parte, quæ deciduæ in inferiores, cum his coibunt; continuo auctæ, quo plus deſcenderint; id frequentiſſimum eſt, & obſervatum ab iis, qui in valle magnum ſtillicidium experti, montem in eadem Nube adſcendentes, deprehenderunt guttas eo minores, quo altius adſcendebant.

§. 1228. Cauſas, quæ efficiunt, ut omnia Meteora, & proinde quoque Nubium particulæ ex alto labantur, tradidimus in §. 1191. Præcipua tamen Pluviæ cauſa venti eſſe videntur. 1. Qui deorſum in Nubem flantes, eam condenſant, atque in unionem Vapores cogunt. 2. Vel qui Nubes vaporoſas, ex Oceano oriundas, ad Regiones Terreſtres provehunt, pelluntque contra Terras elevatas, Montes, Sylvaſque, atque eas in Pluviam cogunt: ideo montoſæ Regiones copioſiori Pluvia irrigantur, quam planæ: nam in Britanniæ provincia Lancaſtria, altis ſcatente montibus, ſecundum Townleyi obſervata, quotannis circiter 41 pollices Pluviæ decidunt; cum obſervante Derhamo tantum $19\frac{1}{2}$ pollices colliguntur Upminſteri. 3. Quemadmodum Montes Nubibus reſiſtunt, ita Venti directione oppoſita in alios delati Nubes comprimunt: unde in Oceano Æthiopico e regione Guineæ urceatim imbres interdum cadunt: ita in his regionibus, poſtquam aliquis ventus ſæviit, ſimulac ab oppoſito ad quietem reducitur, Nubes intermediæ ab utroque compreſſæ in Pluviam ſolvuntur. 4. Quia ex Oceano copioſiſſimæ vaporoſæ Nubes formantur, Venti illas ab Oceano ad noſtras Terras propellentes præcipue pluvioſi ſunt, cum alii venti ſupra continentem ſpirantes, Nubeſque inde advehentes, raro pluvioſi obſervantur. Ex annotationibus, aliquot annorum ſpatio captis, & inter ſe comparatis, Ultrajecti intra idem tempus pluvioſi fuerunt Favonii 203. Africi 135. Auſtri 61. Euri 27. Solani 32. Aquilones 29. Boreæ 54. Cauri 61. Ex Oceano Germanico efflant Favonii adeo pluvioſi; partim ex eodem Oceano, partim ex ampliſſimis oſtiis Scaldis, Moſæ, Rheni, afflant Africi, ideo etiam tam humidi: Boreæ & Cauri, quia ſunt frigidi, non adeo copioſas Nubes ſecum advehunt, hinc minus humidi, quia alioquin omnium humidiſſimi forent, cum & ex Oceano Germanico, & ex Lacu Flevo adſpirent, ſed plerumque abſque Nubibus.

Animadverti etiam eſſe dies pluvioſos quolibet anno ad

ſiccos

ſiccos Ultrajecti, veluti ſunt quinque ad duodecim. Sed hæc omnia cuilibet regioni ſunt propria, & tantum ex ſingularibus obſervationibus cognoſci poterunt (1).

§. 1229. Quia Pluvia ex alto delabitur per Aerem, Exhalationibus omnis generis ſemper inquinatum, eas ſecum lixivii inſtar conjungit, atque ad Terram vehit, quamobrem Pluvia non erit Aqua pura, ſed Salibus, Spiritibus, Oleis, Terris, Metallis &c. inquinata, quorum magnum erit diſcrimen, pro differentia ſoli exhalantis, tum pro anni varia tempeſtate. Hinc Pluvia verna præ aliis fermentationi apta: impurior eſt poſt diuturnam ſiccitatem & ardorem, quam quæ brevi poſt aliam Pluviam ſequitur: impuriſſimam eſſe deprehendit Experientiſſimus Boerhavius (*a*), quæ tempeſtate æſtuante, ventoſa, in locis urbanis, humilibus, fœtidis cadit.

§. 1230. Minimarum Plantarum ſemina, atque innumerorum inſectorum ova in Aere natant, quæ quoque ſimul cum Pluvia delabuntur, hinc in ea vegetat viridis Alga fluviatilis, innumera animalcula & vermes excluduntur, quibus pereuntibus fœtet, putreſcitque Pluvia. Quæ in mare cadit minus inquinata eſt, cum Aer, Oceano incumbens, exhalationibus non tantopere ſit impregnatus.

§. 1231. Propter varia corpuſcula Aquæ admixta, pluvia in

(a) *Chem. vol.* 1. *p.* 597.

(1) Sed alia eſſe poteſt vaporum, ſeu pluviarum lapſus cauſa ab ea haud diſſimilis, qua plures præcipitationes fieri poſſe diximus theoremate 11. adnotat. ad §. 551. Scilicet ſi fluidi cujuſdam particulis aliæ alterius corporis, puta A, partes attractionis vi adhæreant, itaut fluidum inde conſtituatur heterogeneum: tum alterius quoque corporis, puta B, partes eidem fluido offerantur, cum quibus fluidi particulæ majori attractionis vi polleant, quam cum corporis A partibus, has fluidum ex ſe rejiciet, alteriuſque corporis B partibus adhærebit. Ita vero rejectæ corporis A partes, ſi ſui ponderis ſpecifici exceſſu ſupra pondus ſpecificum fluidi vincere poſſunt particularum fluidi cohæſionem, per illas deorſum ruent, ac præcipites fient. Hac ratione contingere diximus, quod ſolutæ in aqua forti ferri particulæ, ab ejuſdem menſtrui partibus, quibus attractionis vi adhærebant, illico ſeparentur, & præcipites fiant, cum cadmia ei ſolutioni injicitur; ob majorem ſcil. attractionem inter aquæ fortis & cadmiæ particulas, quam eſt inter ejuſdem menſtrui & ferri partes. Quidni etiam & ejuſmodi terreſtres particulæ elevari quandoque in aere poſſunt, quas majori attractionis vi aer ad ſe trahat, quam illa vis eſt, quacum vaporibus adhæret? Hos ergo ab aeris partibus tum ſegregari neceſſe eſt, ſuoque adeo pondere præcipites fieri. De hac decidentium pluviarum cauſa videſis P. Claudii Fromond in Academia Piſana Philoſophiæ Profeſſoris *riſpoſta Apologetica ſopra il commercio degli Olj* pag. 272. & ſeqq.

in vase curatissime clauso servata, brevi in se nubeculas exiles, albas, sensim majores, pluresque, & magis opacas concipit, quæ postea in tenuem, lentum, tenacem mucum degenerant, & Aquam commutant in humorem lentescentem. Cum igitur Pluvia tam multifaria corpora secum in Terram vehat, non est mirandum, quomodo ex Pluvia diversissimæ Plantæ crescant, quarum succi admodum inter se discrepant.

§. 1232. Ex hisce intelliguntur Pluviæ prodigiosæ: quando scilicet cum iis Exhalationes simul ex Atmosphæra deorsum delatæ sunt. Pluisse Sulphure notatum a Moyse (a), & in Ducatu Mansfeldiensi Anno 1658. a Spangenbergio (b), & Hafniæ A. 1646. ab Olao Wormio (c), a Siegesbekio Brunsvici Anno 1721.: tum ardenti substantia, quæ nec Aqua, nec motu extingui potuit (d). Pluviæ flavæ, Tigurino lacui, puteisque sub flavi pulveris forma innatantis, meminit Scheuchserus (e) Anno 1677. creditus hic pulvis ex pinorum floribus a Vento excussus, & cum Pluvia delapsus.

Guttæ imbrium quasi cruentæ frequens fit mentio apud antiquos & recentiores, ut de ea dubitare fas non sit. Peirescius hanc in Gallia lapsam examinans, insectis rubicundis guttas plenas observavit (f). Sunt quoque nonnullorum insectorum excrementa rubra, uti de papilionibus id constat, quæ imbri mixta, eam cruentam quasi reddiderunt.

Pluvia salsa, debacchante tempestate in Suffexia Britanniæ, observata fuit, cum ventus undas marinas, scopulis illisas, fractasque in exiles guttas in sublime elevaverat, & supra Terrestrem regionem propulerat (g).

Pluvia pinguis & butyracea Anno 1695. in Hibernia (h) cecidit, hæc tenax, mollis, profunde flava, in manu liquescens, ad ignem exsiccabatur & nigrescebat. Fabulosum autem est, quum Ferro, Lana, Lapidibus, Carne, Lacte, pluisse memoratur.

§. 1233. Quoniam igitur Pluvia Aerem a suis sordibus lavat, observare solemus, cessante Pluvia Aerem esse purissi-

(a) *Genes.* 19. *&* *Deuteron.* 29. (b) *Chron. Mansfeld.* T. 1. *p.* 395. (c) *Museum Cap.* XI. (d) *Nova literar. An.* 1684. (e) *Meteorolog. Helvetic. p.* 14.
(f) *Gassendus in vita Peiresc. L.* 2. *p.* 156.
(g) *Philos. Trans. N.* 289. (h) *Phil. Trans. N.* 220.

rissimum, pellucidissimum, ita ut objecta admodum remota clarissime, & plantarum colores multo lætius virere, aliaque juvenescere, conspiciantur.

§. 1234. Guttæ Pluviæ sphæricæ sunt, magnitudinis diversæ, nunc pleniores, nunc minutæ, raro earum diameter excedit $\frac{1}{4}$ partem pollicis Rhenolandici, nisi cum urceatim imbres deciderint, quorum guttæ pollici æquales esse narrantur (a). Pendent hæc a vi attrahente partium in Aqua, tum a resistentia Aeris, per quem labuntur.

§. 1235. Cur Pluvia modo densa modo rara? An id non, ceteris paribus, pendet ex diversa crassitie Nubis quoad altitudinem; ita ut crassissima Nube densissima Pluvia, tum ex varia densitate Nubis? Cur æstate guttæ majores & raræ, Hyeme minores & densæ? An hæc non pendent a diversa Aeris, per quem decidunt, densitate & resistentia, minoribus Æstate, quam Hyeme.

§. 1236. Quamvis ex altis Nubibus Pluvia delabatur, non tanta velocitate, ac ex lege gravitatis sequeretur, ad Terram pervenit, propter resistentiam Aeris; hac evenit, ut a guttis teneræ Plantarum partes non lædantur, quæ ceteroquin destruerentur.

§. 1237. Cur modo vaporibus, non, aut rarissime exhalationibus pluit? An non quia vapores exhalationum copiam multum excedunt; in guttas facillime coire possunt, delapsu permiscentur cum exhalationibus: hæ vero plerumque incendiis consumuntur.

§. 1238. In hac regione Pluvia nequaquam aliquibus statis temporibus, sed admodum irregulariter cadit. Copia plurimorum annorum secum comparata, pro anno, dedit Ultrajecti mediam altitudinem 24 pollicum Rhenolandicorum: differt proinde hæc copia in variis Regionibus; Harlemi & in Insulis Flandriæ observatur eadem labi quantitas, Delfis & Harderovici 27 poll., Dordaci 40 pollic., Medioburgi in Zeelandia 33 pollic., Parisiis 20 pollic. Paris., Lugduni 37, Romæ 20 poll., Patavii 37 $\frac{1}{2}$, Pisis in Italia 34 $\frac{1}{4}$, Tigurini in Helvetia 32 poll., Ulmæ in Germania 26 $\frac{5}{6}$ poll. Rhen. Wittebergæ 16 $\frac{1}{2}$, Berolini 19 $\frac{1}{2}$, in Bri-

(a) *Act. Lips. Suppl.* T. 1. p. 425.

Britaniæ provincia Lancastria 41 poll. Lond., Upminsteri 19 $\frac{1}{2}$ poll. Londinenses. Ex quibus colligi potest annum ficciorem esse, cum minor copia pluviæ in his locis ceciderit; humidum contra, copiosiori pluvia labente. Discrimen hoc a vicinia marium, lacuum, fluviorum, montium, sylvarum, a ventis, aliisque concurrentibus caussis, pendet.

§. 1239. Usus pluviæ est 1. Humectare & emollire Terram, quam Sol exsiccat, eamque reddere fertilem, ut possit Plantas alere. 2. Aerem lavare a sordidis exhalationibus, respirationibus, respirationi animalium noxiis vel inutilibus. 3. Aeris, Terræ solo propinqui, calorem temperare; nam pluvia ex alto cælo frigidiori delabitur. 4. Est pluvia origo Fontium, Rivorum, & proinde Fluminum, quamvis non sola, nam ad hæc concurrunt vapores, qui noctu frigescentes, delatique in superficies elatas montium, uniuntur, in aquam convertuntur, quæ deorsum stillans, copiam quoque incredibilem Aquæ fontibus & Fluminibus suppeditat.

§. 1240. Contigit aliquando, ut duo venti directionibus parallelis, sed oppositis & parum a se distantibus Nubem intermediam comprimant, condensentque subito in Aquam; Verum propter motum ab utroque latere oppositum eam retorqueant, & in orbem sine exitu flectant, ita ut nubes circumlata in se sorbeatur, & vortex efficiatur; ac si rotæ alicujus intermediæ extremum ambitum opposita directione utrimque percussissent, qua hæc circa centrum gyraretur. (*Tab.* 15. *Fig.* 4. 5. 6. 7.) Nubis pars circumgyrata, rotundum in verticem effecta, sua gravitate ex alto descendit, columnam format cylindricam vel conicam, quæ basi latiori reliquæ atræ spissæque Nubi adhæret, apice deorsum spectante; diversæ est crassitiei, aliquando 50 exapedarum & ultra, aliquando vix 4 vel 5: vocatur *Columna*, vel *Prester*, vel *Turbo Aqueus*, Græce πρηστήρ (a), Belgice *een Hoos*, Gallice *Trombe de Mer*, Anglice *Waterspout*.

§. 1241. Turbo hujusmodi intus Aqua vacuus observatur, partibus nempe ob vim centrifugam a centro recedentibus: in superficie interna cava cochleam refert Archimedeam *aa*, (*Tab.* 15. *Fig.* 7.) propter Aquam ex alto delabentem & circumactam: ab exteriori superficie excussæ aqueæ partes pluviam formant. Velociter a

(a) *Lucr. lib.* VI. *Ver.* 423.

vento prævalente rapitur, decurritque supra mare & terram. Si mari imminet, & fere ad ejus superficiem usque decidit, ex eo elevatur exigua columna B, occurrens deciduæ, assurgens a pressione Atmosphæræ ad medium Turbinis, in quo ob vires Aquæ centrifugas Aer est rarefactus, unde manifesto levia corpuscula per medium Turbinis adscendere observantur. Cum autem undique circa assurgentem ex Mari columnam copiosissima Turbinis Aqua cum impetu decidit, excussæ ex Oceano particulæ speciem pluviæ tenuis C undequaque adscendendo formant, adeout ibi fretum fervere videatur. Quacunque Turbo incubuit, solum nudat, corrumpit autem & prosternit majori impetu omnia, quibus occurrit, uti ædificia, arbores proceras, naves, quam venti rapidissimi: ingenti diluvio cuncta inundat: sonum terribilem, instar plurimorum curruum velocissime vectorum supra strata lapidea, secum comitem habet: nec desinit, priusquam Nubes penitus delapsa est. Quo major est Turbo, maturius corrumpitur: nemo Turbinem toto die vidit, ne hora quidem, mira velocitas ejus, & mira brevitas est.

§. 1242. Hinc intelligitur, quid de *Exhydria*, sive *Fractura Nubium* statuendum sit, & quomodo immensa Aquarum vis ex cælo brevissimo tempore labi in Terram, eamque immodicis imbribus inundare possit, simulac Nubes a Ventis impetuosis opposita directione flantibus valde condensantur, ut illico appressæ, coeuntesque aqueæ particulæ sua gravitate deorsum labantur. Quoniam vero ventus, Nubes in oppositum montem apprimens, idem præstare potest, patet, quamobrem in montosis locis frequentiores hujusmodi Fracturæ nubium, quam in regionibus planis contingunt.

§. 1243. Si ros noctu ex Plantarum vasculis exsudans, aut vapor ex Terra assurgens, & superficiei soli corporumque humilium inhærens, hyeme ab Aere frigido, particulas conglaciantes ferente, abeat in glaciem, Plantarum Terræque superficiem obducentem, dicitur adesse *Pruinam*.

§. 1244. Observatur hæc quoque, cum Nebula ad Terram repens, corpora ambierit, iis se applicuerit, & mox secutum frigus aqueas partes in glaciem verterit: quæ sub forma parvorum corpusculorum aut exilissimæ nivis undequaque iis adhæret; qualem Pruinam observavit Cl. Dechales (a).

§. 1245.

(a) *Tract. de Meteoris Prop.* 4.

§. 1245. Hæc interdum in corporibus, quæ aperto Aeri exponuntur, ſpectatur, cum nempe Hyeme poſt antegreſſum gelu Aer humidus tepiduſque ad corpora acceſſerit, cujus vapores condenſati, corporibuſque frigidis & gelu plenis appoſiti, illico in glaciem vertuntur: præcipue autem hoc ad vitra feneſtrarum apparet, quia vitrum fortiſſime Aquam trahit, tum quoque ad muros, & tecta lapidea, quæ canitiem contraxiſſe videntur.

§. 1246. Si Nubes vertatur in Pluviam, quæ inter delapſum per Aerem, conglaciantibus particulis fœtum, feratur, concreſcunt ſtillæ in corpora globoſa, conglaciata, quæ vocantur *Grando*.

§. 1247. Hæc plerumque magnitudinem guttarum Pluviæ habet: veluti proinde illa guttarum, ita quoque grandinis magnitudo diſcrepat. Quoniam Pluviæ ſtillæ ſunt exiguæ, quæ in nubis parte ſuprema formantur per §. 1226. grando, quæ in vertice montium cadit, minima erit, major, quæ in vallibus; idcirco Cl. Scheuchzerus grana grandinis admodum exigua in Alpium jugis obſervavit; idemque aliis in montibus contingere, ex Fromondi & aliorum obſervationibus conſtat.

§. 1248. Raro tamen granula grandinis ſunt in perfectum orbem corrotundata, verum hinc inde plerumque applanata, compreſſa, anguloſa, concava; qualia imprimis ſunt, ſi ſpirante fortiori vento deciderint; hæc enim oriuntur a ventis, Pluviæ guttas inæquali preſſione in variam reducentibus figuram, quam, dum congelatur, retinet. Nonnunquam grando eſt mollior, & ſuperficiem quaſi farina aſperſam habet, eſt autem hæc exigua, & facile liqueſcit, delapſa plerumque cælo fere tranquillo, humido, tepido. Sæpe grando in medio ſui nucleum habet opacum, album, quem cortex durior, pellucidior ambit: videtur hic nucleus prius genitus, delapſuſque in Pluviæ guttam, a qua dum in rotundum ambiebatur, hanc quoque poſtea in glaciem convertit: hæc enim grandinis ſpecies, ſimul cum intermixta Pluvia cadere ſolet.

§. 1249. Aliquando glaciei magnis fragmentis grandinat, nec in copia exigua, quorum magnitudo ova columbina, gallinacea, anſerina adæquat; imo ceciderunt majora, quorum pondus ſemilibræ, trium quartarum, & libræ fuit. Annales hujuſmodi grandinis in Europa cuſtoditi oſtendunt, eam contigiſſe æſtate, menſe Majo, Junio, Ju-

 lio,

lio, Augusto, sæviente procella, Nubes in atram spissitudinem condensante, cum caligine magna, & mugitu terribili tonitruum, ac rutilationibus fulminum. Venti proinde Nubes condensarunt, ut in Aqueam versæ sint massam, quæ sibi commissa illico sub forma fractæ nubis §. 1242. cecidisset. Verum fulmina ab incensis nitrosis & sulphureis exhalationibus oriunda, Aerem Spiritu Nitri implent, qui simulac conglaciantibus particulis, in Atmosphæra tunc natantibus occurrit, terribile frigus inducit §. 748. Per hunc Aerem ita compositum, imbrem ex nube delabentem vis frigoris concreto gelu adstringit, proinde omnis illa aqua illico cogitur in glaciem, majoris minorisve magnitudinis, pro varia ejus, in massam unitæ, copia. Hujusmodi grando magnas clades edit, sternendo, contundendo segetem, herbas, fructus decutiendo, imo frangendo arborum ramos, ædium tecta, fenestras, animalia in pascuis, aves in Aere, & ipsos occidendo homines, quos ferit.

§. 1250. Grando nonnunquam diversissimam, sed eo tempore in omnibus granis eandem, induit figuram, nempe conicam, pyramidalem, semirotundam, angulosam, compressam. An hæc non pendent ab exhalationibus conglaciantibus, propter admixta alia corpora, diversæ indolis, atque Aquam in glaciem, sub forma diversarum crystallorum, sed certo tempore ejusdem figuræ, cogentibus?

§. 1251. Quare non, aut raro, decidit grando in vallibus ita jacentibus, ut montes ad orientem habeant? an non propter copiosissimos Solis radios a montibus reflexos, grandinem inter lapsum dissolventibus?

§. 1252. Non frequenter grandinat Ultrajecti; aliquot annorum observationes inter se comparatæ ostendunt, quolibet anno tantum octies grandinare: nunquam flante Euro grandinem observavi; semel spirante Austro. Quoties grandinaverit flantibus variis ventis spatio quinque annorum hoc modo deprehendi; flante Favonio 13 vicibus, Cauro 8, Septemtrione 9, Aquilone 2, Solano, 2 Africo 5. Sunt tamen alia loca, in quibus frequens grando, observante Dechales, quæ nempe a Septemtrione aperta inter montes jacent, imprimis, si tum Boreas supra lacum afflaverit.

§. 1253. Quamdiu grandinat, & antequam grando ad Terram decidat, interdum fragor & strepitus in Aere audiun-

diuntur (a), quia granorum nonnulla a vento in alia propelluntur, quæ cum sint corpora durissima, sonant percussorum duorum instar: sed & feriunt alia, quibus occurrunt, corpora, unde quoque sonus.

§. 1254. Si vapor aqueus ex Nube decidens conglaciatione in filamenta oblonga abeat, quæ variis sibi imposita modis forment floccos, id effingitur, quod *Nivem* vel *Ninguem* appellamus.

§. 1255. Floccorum figuræ diversæ sunt, regulares vel anomalæ: aliquando sunt spicula tenuia, oblonga, A B Fig. 1., (*Tab.* 14. *Fig.* 1.), quæ concreverunt tantum ex particulis vaporis Fig. 2., in lineam rectam dispositis, atque ita in se deciduis, acervatisque. Si inordinato admodum situ spicula in se jaceant, & hic breviora, ibi longiora fuerint, concreverintque, flocculus nivis anomalus efficitur. Sed regulares flocculi, aliquando effigiem stellæ hexagonæ radiorum tenuium, angulos 60 graduum comprehendentium exhibent, uti in Fig. 3. cum tria spicula A B Fig. 1. in se mutuo cadunt, concrescuntque: aliquando Nix est Liliiformis Fig. 4. hexangula tamen: aliquando quilibet ex sex radiis, aliis radiolis minoribus ornatur, Fig. 5.: vidi Nivem, cujus figura erat uti in Fig. 6.; aliquando flocculi racemos retulerunt, Fig. 7., qualem Nivem Cassinus observavit (b): nonnunquam Stellæ duodecim radiorum ceciderunt, imo & aliarum figurarum, quas eleganter exhibuit Hookius (c). Sed lubuit adnectere alias Nivalium floccorum figuras 20, quas hyeme sævissima anni 1740. Medioburgii in Zeelandia observavit & accurate delineavit Vir industrius & eruditus L. Stokke. M. D.: plures tum similium, tum aliarum figurarum floccos collegit, descripsitque Cl. Kundmannus (d). Quotiescunque ninxit spiculis oblongis vel stellis hexangularibus, frigus hæ intensum secum in Terram tulere, paucis horis post lapsum secutum. Insolentior est Nix regularis figuræ; frequentior est, quæ constat flocculis figuræ anomalæ, variæque magnitudinis. Videtur discrimen figuræ Nivis pendere a diversis exhalationibus conglaciantibus, quæ vaporibus e nube deciduis admiscentur;

N 3 veluti

(a) *Lucretius L.* VI. *v.* 155.
(b) *Memoires de l' Acad. Roy. An.* 1692.
(c) *Micograph. pag.* 88. *a Fig.* 7. *ad* 27.
(d) *Rariora Nat. & Artis S.* 2. *A.* 21.

veluti salia in aqua soluta in crystallos variæ figuræ abeunt: animo concipi enim nequit, quomodo ceteroquin nonnullis temporibus omnes flocculi regulares, ejusdemque figuræ, formari in aere possent.

§. 1256. Solet massa Nivis modo deciduæ esse admodum rara, quæ tamen flocculis, majoribus decidit, minus rara est reliqua. Deprehendit Sedileavius (a) plerumque Nivis acervum, 5 vel 6 pollices altum, cum tabuerat, unum aquæ pollicem dedisse, quod de la Hirius confirmavit, addens se anno 1711. (b) Nivem duplo rariorem solito observasse, cujus 12. pollices tantum in unum pollicem Aquæ versi sunt. Cl. Weidlerus (c) se Anno 1728. Nivem noncuplo rariorem Aqua invenisse tradit: A. 1729. Ultrajecti Nivem stellatam examinavi, quæ vigesies quater rarior Aqua erat. Si Nix copiose ceciderit in aliquo loco, & gelu perstet cum tempore sereno, subsidet perpetuo, & evaporando ex se quamplurimum imminuitur, unde tandem penitus in Auras evanescit: Sol enim suo calore Nivem perpetuo emollit, tabefacit, partes solutas volatiles reddit, atque ita Nivem consumit.

§. 1257. Si perstante gelu ningat, semper flocculi sunt minores; si autem cælum calidius fuerit, sunt flocculi majores: imo hi interdum simul cum pluvia labuntur.

§. 1258. Cepit opinio fidem, ac si urgente acri gelu ningere non posset; id autem non esse consentaneum experientiæ, Anni 1739, 1740, 1741, constitit, diebus enim nonnullis ninxit, & ingens gelu perstitit, imo increvit. Neque semper frigus remittit, cum ningit, etiamsi id sæpe contingat; observavi post delapsam Nivem frigus increvisse. Erronea quoque est opinio, in mari non ningere, cum in Oceano Hyperboreo id frequens sit.

§. 1259. Veluti interdum ingens Pluviæ quantitas in aliquem locum decidit, ita & Nivis; hinc observatum fuit Anni 1729. mense Febr. in Sveciæ, Norvegiæque limitibus uno quasi ictu tantam Nivis cecidisse copiam, quæ plures quam 40. domus sepelivit, unaque omnes in iis suffocavit incolas; simile quid in Silesia & Bohemia contigisse tradidit Celeb. Wolfius. Præstantissimus Maupertuisius memoriæ prodidit, tempestates in Lapponia sævire nivosas, periculi

(a) *Memoires Mathem. Anno* 1692.
(b) *L'Hist. de l'Acad. Roy. An.* 1712.
(c) *Observationes Meteorologo.*

periculi plenas: ventus ab omni parte adflat, nivemque magno cum impetu in vias effundit, viatores occæcat, copia extinguit.

§. 1260. Nix plerumque est albissima, fortissime reflectens allapsam lucem, licet glacies sit, cujus quodlibet spiculum seorsum sumtum & Microscopio conspectum pellucet: verum cum inter spicula singula pori maxime irregulares relinquantur, lux per eos ob inordinatam spiculorum attractionem transire nequit, sed fortissime repercutitur, veluti a vitro pellucido in pulverem contrito.

§. 1261. Usus Nivis est 1. Herbas hyeme, quas sepelivit, adversus gelu ejusque injurias conservare. 2. Aquam suppeditare rivis & fluminibus: ideo in Europæ multis regionibus mense Aprilis & Maji tument flumina a tabescente in montibus nive.

§. 1262. Nonnunquam in cælo apparet *Arcus versicolor*, qui & *Iris* appellatur, cum Sol a tergo Spectatoris in cælo fulget, a parte anteriori nubilum est, simul cum Pluvia intermedia.

§. 1263. Aliquando in cælo duo aut tres arcus simul conspiciuntur, sibi concentrici: (*Tab.* 16. *Fig.* 3.) quorum Internus coloribus gaudet vivacissimis, atque ideo *Primarius* appellatur: Externus languet & *Secundarius* audit. (*Tab.* 5. *Fig.* 9.) Si certius adsit, quod rarius, sub admodum languentibus coloribus apparet.

§. 1264. Ordo Colorum in ambobus arcubus est inversus: in *Primario* ordo sequens est, enumerationem incipiendo a parte interiori: Color Violaceus, Purpureus, Cæruleus, Viridis, Flavus, Aurantius, Ruber: *Secundarii arcus* colores tum sic sequuntur; Ruber, Aurantius, Flavus, Viridis, Cæruleus, Purpureus, Violaceus, quales colores in Radiis Solis vitreum Prisma refringendo etiam exhibet.

§. 1265. Ut Iris primaria intelligatur, concipiatur stilla BDF, (*Tab.* 16. *Fig.* 1.) quam stringat Solis radius AA, qui refringitur ad D, a D repercutitur in F, atque ex F exiens, refringitur in GF, separaturque in colores.

§. 1266. A parte Solem spectante plurimi radii paralleli, quales sunt AA, BB, CC, DD, EE, &c. (*Tab.* 16. *Fig.* 2.) in dimidiam stillæ superficiem incidunt: horum nonnulli in gutta refringuntur, atque ad oppositam superficiei partem *b a e d* delati, exeunt in Aerem; qui vero non transeunt, sed reflectuntur a superficie posteriore

 b d a e,

b d a e, replicatique ad anteriorem partem *β α d ε e*, exeunt, & disperguntur a se ad varia loca.

§. 1267. Sunt tamen radii A A, BB, (*Tab.* 16. *Fig.* 1.) qui sibi vicini & paralleli incidunt in superficiei anterioris partem A B; & refringuntur ad idem punctum posterioris superficiei D, a quo antrorsum reflexi ad F, *f*, ex stillicidio sibi paralleli in F G, *f g* exeunt. Hi radii sibi vicini fortissime oculum afficere possunt; idcirco hi *Efficaces* appellantur; cum alii, nimis rari, oculum in notabili a gutta distantia non satis afficere possunt.

§. 1268. Si radius A A (*Tab.* 16. *Fig.* 1.) producatur usque in P, & G F retroducatur ad idem punctum P, tum quoque ex centro C guttæ perpendiculares CL, CM ducantur, tum CA, erit CL sinus anguli incidentiæ, & CM sinus anguli refractionis, qui sunt in radiis rubris uti 108 ad 81: & in radiis violaceis uti 109 ad 81. Si cum his numeris calculus instituatur, eruitur magnitudo arcus A E. ut & arcus A D, ex quibus invenitur angulus A P G pro radiis rubris 42° 2', pro radiis violaceis 40° 17'. (1).

§. 1279. Concipiatur stillis spatium X Z (*Tab.* 16. *Fig.* 3.) Atmosphæræ plenum, Spectator in O, atque ex centro Solis a tergo spectatoris linea O F per oculum O transeat, quæ sit parallela radiis D E, P S, guttas stringentibus: horum D E refractus ad K, inde reflexus ad *n*, & ex hoc puncto exiens refringitur in colores, & delatus ad oculum O, sub angulo *n* O F 42°, 2', repræsentat colorem rubicundum: pari modo gutta S refringens radium P S, eumque mittens ad oculum O sub angulo Q O F 40°, 17', repræsentat colorem violaceum. Fingantur jam circa O F,

(1) Calculum geometricum ex quo prædictorum angulorum mensura eruitur, consulto Auctor præterit, ne nimia ejus difficultate tironum ingenia torqueat: de eo interim si lubet, vide eundem Auctorem in *Essay de Physiq.* c 39. §. 1600, vel Newtonum *Optic.* l. 1. *part.* 2. *prop.* 9. Verum eadem angulorum quantitas, saltem præter propter sequenti experimento liquet. Suspendatur scil. in Sole globus vitreus E (*Vid. fig.* 3. *Tab* 16.) aquæ plenus, tum in tali positu inspiciatur, ut radii a globo ad oculum pervenientes, contineant cum Solis radiis angulum 42. grad. circiter, & tum spectator in O videbit colorem rubrum clarum in ea globi parte, quæ est a Sole aversa, veluti ad K. Quod si deprimendo globum, is angulus minor fiat, videbuntur continuo alii colores, flavus, viridis, cæruleus, ac demum violaceus, cum scil. is angulus fit circiter grad. 40. Idipsum experiri etiam licet intuendo globum immotum, & interea attollendo, vel deprimendo oculum, vel aliter eum movendo, quemadmodum opus est, ut is angulus præscriptæ magnitudinis evadat.

OF, tanquam axim, circumferri O *n*, OQ, describent superficies conicas, quarum bases circulares erunt.

§. 1270. In harum basium puncto quocunque visibili sub eodem angulo conspicientur iidem colores: quamobrem spectator O arcum coloratum videbit, habentem latitudinem *n* Q unius gradus & 45 minutorum.

§. 1271. Ex hisce igitur apparet, pro diversa tum Solis, tum Spectatoris altitudine supra horizontem majorem minoremve portionem arcus visum iri. Si enim Sol & Spectator in horizonte fuerint, erit OF ad horizontem parallelus, quamobrem arcus, qui videbitur, erit portio dimidia circuli. Sole autem adscendente supra horizontem, illius proinde minor portio videbitur. Sole autem elevato 42° 2', recta O *n* erit horizonti parallela; proinde arcus minima portio in horizonte apparebit, & Sole tantillum plus elevato, totus arcus evanescet.

§. 1272. Quo Pluvia Spectatori O propior est, eo basis Coni erit circulus minoris radii, adeoque arcus apparebit minor. Quo Pluvia plus distat a Spectatore O, eo basis Coni erit major, arcusque amplior.

§. 1273. Si Pluvia desinat a parte HC, tantum videbitur pars arcus HEV; Pluvia cessante ad EV, videbitur modo pars arcus HC, cessante autem Pluvia intermedia EH, tantum arcus crura in EV, HC videbuntur.

§. 1274. Quoniam Pluvia ex Nube usque Terram decidit, Spectator in planitie consistens arcus horizonti insistere videbit.

§. 1275. Si Pluvia supra caput Spectatoris in prato positi transiverit, antrorsum progredi pergat, guttæque gramini plantisque copiose inhæreant, crura arcus videntur aliquando in longo tractu irrigati graminis jacere; cum nempe Solis radii ab his guttis refracti sub iisdem angulis ac in §. 1268. ad Spectatorem redire possunt.

§. 1276. Cum autem arcus sub iisdem angulis modo videri potest, patet etiam Iridem præcedere Spectatores accedentes, & sequi fugientes.

§. 1277. Est modo Iris conspicua, cum cælum Soli obversum est nubilum, ita ut lux paucissima inde redire possit, hæc enim ceteroquin suo robore nimis fulgens, impediret, quominus colores in arcu observari possent: ideo colores Iridis sunt magis intensi, quo cælum a parte anteriori Spectatoris est magis opacum.

§. 1278.

§. 1278. Sit gutta Pluviæ sphærica BDEH, (*Tab.* 16. *Fig.* 4.) radius Solis AB, qui refringitur a B usque in D, inde repercutitur usque ad F, iterumque inde redditus venit ad H, ex quo puncto exiens, refractusque fit HI, qui proinde radius bis reflectitur, refrangiturque. Radii hujusmodi sunt efficaces ad Iridem formandam, cum sibi vicini AB, $\alpha\ \beta$, incidunt, & post primam reflexionem in D & Z sibi paralleli fiant DF, ZX: atque inde reflexi ad H & S, secunda vice refracti in H & S, sibi iterum vicini parallelique ferantur HI, SR.

§. 1279. Calculo subduci potest ex ratione refractionum radiorum ex Aere in aquam, quantus sit in hoc casu angulus API: hic enim pro radiis rubris est 50°, 58′, 39″ & pro violaceis 54° 7′. (1).

§. 1280. Quamobrem si spectator fuerit in O, (*Tab.* 16. *Fig.* 3.) radiusque e Sole, a tergo fulgente, per oculum ductus OF, radiique guttas Pluviæ stringentes AB, PM bis refracti reflexique pervenerint ad oculum O, formantes angulum BOF 54° 7′, & MOF 50° 58′, 39″, videbuntur colores violacei & rubri: circumactisque circa OF axim rectis BO, MO, formabuntur Coni, in quorum basi, sub latitudine 2 grad. 8′, 21″, videbitur arcus coloratus, sive *Iris secundaria*.

§. 1281. Hujus Iridis colores sunt minus intensi, quam primariæ, quia multi radii inter AB & $\alpha\ \beta$, illapsi exeunt ex gutta ad DZ; qui reflectuntur ad XF, pro parte etiam ad X & F egrediuntur, adeo ut pauci sint, qui egressi ex H & S ad spectatorem pervenire possunt.

§. 1282. Quia secundariæ Iridis colores sunt adeo debiles, vide-

---

(1) Omisso in tironum gratiam geometrico calculo, de quo videsis ejusdem nostri Auctoris *Essay de Physiq. ch.* 39. §. 1606, & Newtoni *Opt. l.* 1. *part.* 2. *prop.* 9., eorum angulorum quantitas colligitur simili experimento globi vitrei aquæ pleni, de quo supra in adnot. ad §. 1268. Si scilicet is globus attollatur usque ad M (*Vid. fig.* 3. *Tab.* 16.), donec radii a globo ad oculum pervenientes contineant cum Solis radiis angulum 50 circiter graduum; videbitur tum color ruber in ea globi parte quæ est Soli obversa. Quod si attollendo globum, adhuc major is angulus factus fuerit, color ille ruber convertet se in alios colores flavum, viridem, cæruleum, ac demum violaceum, cum nempe ille angulus graduum 54 evaserit. Quod & experiri etiam potest, si manente globo immoto, attollatur interim, vel deprimatur oculus, vel aliter moveatur, uti facto opus est, ut is angulus præscriptam acquirat magnitudinem

videri nequeunt, nisi cælum anterius sit admodum nubilum, idcirco rarius secundaria Iris, rarissime tertia Iris conspicitur; quia, ut hæc videri possit, in gutta tres reflexiones, & duæ refractiones fieri debent; præterea, ut cælum post guttam sit fere nigrum, nullamque lucem reddat, post tergum vero Spectatoris Sol clarissime fulgeat.

§. 1283. Non aliter Iris Lunaria; quæ licet admodum raro fiat, tamen in nocte tempore Plenilunii in Pluvia observata fuit, explicanda est: hujus autem colores semper sunt debiliores quam Iridis Solaris; cum lumen Lunæ propter raritatem non tantum virium habeat, quam Solis, quibus guttas pluviæ perstringat.

§. 1284. Hucusque Arcum per totam suam amplitudinem æque latum esse diximus, & ita se habet, quamvis crura ejus inferiora appareant latiora, apex vero tenuior: & ideo duæ sibi concentricæ Irides inter apices suos majori intercapedine distant, quam inter crura: quod phænomenon a Spectatoris imaginatione pendet.

§. 1285. Plurima hic addenda forent, quæ spectant calculum angulorum, quos radii efficaces formant, aliaque, quæ cum nimis subtilia & prolixa sunt, in his Elementis omittimus. De his, ut & aliis huc spectantibus consulantur Acta Philosophica Britannica N. 240. 267. 375. & Clarki notæ ad Rohaulti Physicam Part. 3. Cap. 16., Newtoni Optica, & Lect. Smith compleat Systèm of Optiks. B. 2. C. x. vel Physica Belgico sermone conscripta. (1).

§. 1286.

---

(1) Ex veteribus Philosophis nonnulli quidem, etsi obscure, intellexisse videntur colorum iridis causam abs radiorum solarium in pluviæ decidentis guttis refractione pendere. At plenius id primus invenit, uberiusque explicavit Antonius de Dominis Archiepiscopus Spalatensis in libro suo *de radiis visus, & lucis*, quem ante annos amplius viginti scriptum, in lucem tandem edidit amicus suus Bartolus Venetiis Ann. 1611. in eo quippe libro ostendit Vir doctus, quemadmodum arcus interior binis refractionibus radiorum Solis, singulisque reflexionibus inter binas istas refractiones intervenientibus, in rotundis pluviæ guttis effingatur; exterior autem arcus binis refractionibus, binisque itidem reflexionibus interjectis, in similibus aquæ guttis efficiatur. Suamque explicandi rationem experimentis comprobavit in phiala, vel globis vitreis aquæ plenis, in Sole collocatis. Porro eandem explicandi rationem persecutus est Cartesius in *Meteoris* suis, eamque quæ est de arcu exteriori insuper emendavit. At cum hi Auctores veram colorum originem non intelligerent, aliquid in eorum explicatio ne adhuc desiderabatur, quod demum complevit Clarissimus Newtonus, causam physicam uberius deducens ex detecta diversa radiorum refrangibilitate.

§. 1286. Solem, Lunam, Planetas, Stellas fixas ambiunt *Coronæ*, vel *Halo*. Sunt hi circuli luminosi memorata sydera circumnectentes, interdum albi, interdum Iridis instar colorati: daturque vel unus vel plures sibi concentrici: qui circa Syrium & Jovem observati sunt, diametros habuerunt 2, 3, 4, 5 graduum, nunquam majores (a). Qui ambiunt Lunam, interdum sunt parvi, diametri 3 vel 5 graduum (b); sed tum hi, tum illi, qui Solem cingunt, diversa conspiciuntur diametro, observati enim fuerunt 12°, 22° 35', 30°, 38°, 45°, 46° 24', 47°, 90° & majores. Eorum Diametri, quo tempore perstant, mutationibus sæpe subjiciuntur. Differt quoque annulorum coloratorum & alborum latitudo, cum dentur 2°, 4°, & 7° graduum. Nudo oculo inspecti circuli, ovati apparent; sique diameter in meridiano jacere concipiatur, atque divisa in 3 partes, Sol duabus partibus ab infimo puncto aberit: Instrumento dimensi circuli, rotundi deprehenduntur (c).

§. 1287. Sive circuli colorati vel albi conspiciantur, semper spatium intermedium inter Luminaria & circulos minori claritate lucis donatur, quam ipsi circuli. Colores Coronarum sunt dilutiores, quam Iridis; & diverso ordine se sequuntur, pro varia Coronæ amplitudine: in iis annulis, quos observavit Newtonus Anno 1692. colores, ab interioribus ad exteriora eos numerando, hoc ordine jacebant, ut in intimo annulo fuerit cæruleus interior, albus in medio, rubeus exterior; in secundo annulo purpureus, cæruleus, viridis, flavus, pallescens rubeus: in tertio annulo cæruleus pallescens, & rubeus pallescens se sequebantur. Hugenius in ambitu interiore colorem rubrum, in exteriore cæruleum pallidum observavit: aliquando interius colorem rubrum, exterius album, & alio tempore colores eo ordine ac Newtonus in intimo annulo conspexit. Weilderus colorem interiorem flavum, exteriorem candidum notavit.

§. 1288. Harum Coronarum causa in Atmosphæra non longe a Terra existit: nam 1. licet animus noster judicandi im-

(1) *Gassendus ad Diogenem p.* 584. *Mariotte Mouvem. des Eaux.* *Wolfius in Cogitationibus Ingenios.*
(b) *Newtoni Optica Lib.* 2. *part.* 4. *Obs.* 13.
(c) *Smith. Optiks L.* 1, §. 167. *Remark.* 344.

imbecillitate deceptus, circa ipsum sydus coronas putet positas, circa dicta sydera Atmosphæræ aut non sunt, aut nequaquam tantæ. 2. A paucis tantum observatoribus simul, raro ad intervallum duorum vel trium milliarium conspiciuntur. 3. Rumpuntur obortis ventis. 4. Non colliguntur nisi stabili Aere & pigro. 5. Nunquam cælo apparent sereno, sed rara Nebula obducto. 6. Nebula hac a vento propulsa, ab ea parte rumpuntur.

§. 1289. Arte coronam imitamur, cum tempore frigido vaporem calidæ aquæ inter candelam & oculum ad adscensum cogimus; hinc in balneis circa lucernam adspici solet. Tum si in recipiens vitreum & vacuum, Aërem readmittamus, ultra quod candela ponatur; simulac enim Aer ad aliquem densitatis gradum pervenerit, Halo cum diversis coloribus circa flammam videtur (a). Quamobrem quæ in sublimi apparet Halo, simili modo ac arte producta, efficietur. Hæc autem vel a Luce, per vaporis particulas transeunte, & bis refracta; aut a Luce inter interstitia vaporum currente, & viribus attractricibus inflexa, suosque in colores separata, oriri potest. Quarum posterior causa minus verosimilis est, propter inæqualia intervalla, quæ globi æquales, æqualiter distantes inter se relinquunt; ut æquabilis & continua radiorum inflexio inde vix oriri posse videatur. In annulos vero coloratos lux separatur, cum per aqueas bullas cavas, sapone inspissatas, transit; nam pro varia pellis crassitudine in bullis diversus, tam reflexione, quam transitu, oritur color. Sit igitur vaporis exilis pila X, (*Tab.* 16. *Fig.* 5.) sitque crassities βb æqualis crassitiei pellis in magna pila saponacea, ubi annulum rubeum transeuntibus radiis format; sit γc crassities vaporis, qualis in saponacea pila annulo flavo convenit: sit δd in vapore crassities, qualis in pila saponacea cæruleum annulum format, &c. adeoque in vaporis pila X per locum annularem βb, radii $B\beta$ transibunt, formaturi annulum rubeum: per γc transibunt radii Solis $C\gamma$, qui postquam exiverunt, annulum flavum effingent; veluti per δd, radii transmissi annulum faciunt cæruleum. Hi omnes radii axem $A\alpha a$ sub vario secant angulo, tendentes ad k, h, g, f, r, magis perpetuo a se divergentes: oculus autem in locis his k, h, g, positus colores memoratos spectabit, eosque ad varia loca referet.

(a) *Boyle in Contin. prim. Exp. per Phy.* §. 44.

§. 1290. Sint in plano KX (*Tab.* 16. *Fig.* 6.) aliquot ſphæræ ejuſdem magnitudinis, Spectator in S, radii e Sole emiſſi, paralleli in eas incidant, formenturque a radiis tranſmiſſis aliquot annuli colorati, uti in §. 1289. Sit RZS a Sole ad Spectatorem S dimiſſus, & perpendicularis in planum KX; Solis radii PE, illapſi in eam ſphæræ partem, ut tranſeuntes annulum rubrum forment, deinde ferantur ad S; Radii PK illapſi in alterius ſphæræ partem, ut tranſeuntes annulum cæruleum forment, poſtea dirigantur ad S: quod ſi tum circa ZS, tanquam axim, circumferantur ES, KS, generabitur Conus, in cujus baſi circulari poſitæ in ſublimi Aere ſphærulæ poterunt ex ejuſdem coloris annulis, ſub eodem angulo ESZ, KSZ, dimittere ad ſpectatorem S radios cæruleos & rubros; quamobrem ſpectator S videbit circulum coloratum, intus rubeum, extus cæruleum. Si plurimi diverſi colores cadant intra angulum KSE, apparebit hic medius circulus albus: ſi vero in KSE alterius annuli colorati radii ferantur, ejuſmodi coloris circulus quoque videbitur.

Veluti ſic unius circuli colorati Theoriam dedimus, poſſunt concipi plures, priorem ambientes. Si autem radii colorati ex plurimis annulis ſphærarum K, E, lapſi ſupra ſe ad S pervenerint, tantum annulus KSE albus apparebit.

§. 1291. Si ſphærulæ K, E, Z, fuerint variis temporibus majores vel minores, ordines colorum in annulis diſcrepabunt, unde non ſemper idem ordo colorum in Coronis obſervatus fuit. Sed & qui eundem dant colorem, non ſub eodem angulo ad oculum S perveniunt: idcirco diverſa ſub amplitudine coronæ conſpiciantur neceſſe eſt. Et quia eadem vaporis pila tranſmiſſis radiis multos diverſoſque annulos coloratos format, quorum in X Fig. 5. modo quatuor depinximus; horum vero radii ſub diverſis angulis axim A & *a* ſecant: ideo prout hæ pilæ altius a ſolo vel propius ab eodem ſuſpenduntur, variorum annulorum radii ſub diverſis angulis ad ſpectatorem pervenient, atque ideo corona amplitudine increviſſe, aut decreviſſe ſpectabitur, quemadmodum in eadem corona, aliquandiu perſtante, obſervatum fuit.

§. 1292. Has coronas eſſe indicium venti, vel pluviæ, aut inſtantis procellæ fabuloſum eſt: ſæpe enim animadverti, cælum die ſequenti tranquillum manſiſſe. Subtiliora huc ſpectantia videri poſſunt in Newtoni Optica Lib. 2. Part.

Part. 4. aut apud Hugenium in Posthumis, Smith Optiks B. 2. Ch. XI. Hugenius autem ex hypothesi grandinis extrinsecus pellucidæ, interius nucleo nivali opaco constantis, subtilissime quoque coronas explicuit; quam sententiam propter observationes §. 1289. amplexi non fuimus.

§. 1293. Nonnunquam in Cælo una cum Sole aliquot spurii Soles apparuerunt, qui *Parhelii* appellantur, quia in propinquo fere a Sole visuntur, aut quia ad aliquam similitudinem Solis accedunt. Horum numerus variat; aliquando enim unus vel alter, interdum plures, usque ad sex, conspecti fuerunt Parhelii.

§. 1294. Magnitudo Parheliorum eadem ac veri Solis apparet; figura a rotunditate subinde recedit; fulgor plerumque languidior quam in Sole, aliquando idem; si autem multi adsunt simul, aliqui hebetes minus splendent, pallentque. Illorum limbi, Iridis instar, coloribus tincti sunt: multi caudam longam, a Sole aversam, subigneam, ubi spurio Soli adhæret, sed aucto intervallo pallidiorem habent; alii cauda carent: Cauda in circulo albo horizontali exporrecta jacet.

§. 1295. Parhelios comitantur fere semper circuli nonnulli, quorum alii coloribus Iridis donantur, alii albi sunt; vario hi etiam sunt numero & magnitudine: omnium tamen est eadem latitudo, quæ æqualis diametro Solis apparet. Sunt circuli, qui Solem, in suo centro positum, ambiunt; hi colorati sunt, & diametrum 45, imo 90 graduum habuisse observati. (*Tab.* 16. *Fig.* 10.) Horum planum est perpendiculare ad rectam, ductam a spectatore per centrum Solis: idcirco eorum situs pro varia Solis altitudine supra horizontem differt; quo horum colores sunt vivaciores, eo lumen Solis apparet languidius. Sunt circuli alii ad horizontem paralleli; plerumque unus est amplissimus, albus, omnes Parhelios complexus, & qui, si fuerit integer, per verum Solem transiret, hujus centrum est Spectatoris Zenith: ejusmodi circuli diametrum 130 graduum spectavit Hevelius. Aliquando huic concentrici fuerunt arcus minorum circulorum, qui dum per priores coloratos transibant, eos tantum sua latitudine obtegendo, in plano transeunte per Zenith & Solem, coloribus etiam tingebantur: aliosque Parhelios continebant. Fuerunt & alii circuli, oblique respectu omnium memoratorum positi. Ordo colorum in circulis coloratis est veluti in Iride;

de; sed in parte interiori Solem respiciente rubens est, veluti in multis Coronis quoque observatur.

§. 1296. Parhelii spatio unius, duarum, trium, imo quatuor horarum, Sole ad diversas altitudines elevato conspecti fuerunt. Evanescunt tum Parhelii, tum orbes pedetentim, primo ab una parte, deinde ab altera, reditum crebro in iis minati locis, ubi evanescere cœperunt, donec tandem penitus desinant.

§. 1297. Parheliorum materia hæret quoque in Atmosphæra Terrestri. 1. Quia orbes colorati eos cingentes sunt tantum Coronæ, quarum materia per §. 1288. in Aere nostro suspenditur. 2. Secundum observationes accuratas Hevelii, Hugenii, Cassini, Maraldi, Verdriesii, & nostras, Cælum, Parheliorum tempore, nunquam fuit perfecte serenum, sed nebula tenui, & pellucida obductum. 3. Quo colores orbium sunt vivaciores, eo magis lumen veri Solis pallet. 4. Vix in duobus locis, quamvis parum dissitis, simul conspiciuntur. Nam Parhelii, qui Harlemi Anno 1734. Febr. 22. visi sunt, nequaquam apparuerunt Ultrajecti: ita quoque Paraselenæ binæ cum Coronis Anno 1734. Martii 12. insignes conspectæ fuerunt in pagis Catvieo & Koudekerka, ut & Leydæ: nec harum omnium quicquam Ultrajecti conspectum fuit. 5. Observantur plerumque tempore brumali, frigido, cum mediocri gelu, spirante Vento leni, Borea, vel ex Boreali plaga. 6. Desinentibus Parheliis aliquando Pluvia, aut Nix, spiculis oblongis constans cadit.

§. 1298. Quoniam Parhelii non semper cum iisdem phænomenis apparent, eorum causæ quidem possunt esse sibi similes, non tamen erunt accurate eædem; adeoque in Theoria, quam dabimus de una observatione, aliquid mutandum erit, quotiescunque aliæ apparitiones in aliis Parheliis aderunt.

§. 1299. Supponamus spicula glacialia, cylindrica, tenuia, in alto Aere suspendi, qualia sub Nivis forma interdum labuntur: atque hæc a radiis Solis incipiant liquefieri, ita ut CD (*Tab.* 16. *Fig.* 7.) nucleus medius opacus, non solutus sit, sed exterior pars AB, AB, liquescens pellucescat; resolutæ autem Aquæ pars deorsum stillans formet globulum BEB: ejusmodi spiculum, propter centri gravitatis situm inter D, & E, in Aere erectum natabit. His positis non difficulter Parheliorum phænomena expli-

cari possunt (*Tab.* 16. *Fig.* 8. 10.): veluti in his observatis ostendam. Neque sunt hæc admodum temere posita, 1. Cum ejusmodi spicula cylindrica actu in Aere dentur, 2. Et tempore Parheliorum cecidisse observata fuerint; 3. Atque similia arte confecta ex vitro Aquæ pleno, cum immisso opaco ligno, & in sublimi suspensa, notante hujus sententiæ auctore Hugenio, Parhelios exhibuerint.

§. 1300. Cum in Aere hæc spicula pendentia nonnihil de lumine Solis intercipiant, apparebit verus Sol minus fulgens, quam cælo sereno. Sit Sol SR (*Tab.* 16. *Fig.* 7.), ex diametri extremis ponantur emissi radii SP, RQ, qui illapsi in AB superficiem, in lineam modo incidisse ponantur, adeoque tanquam in speculum planum incidunt, a quo repercussi sub æqualibus angulis, ferentur in PV, QV. Spectator positus in V lumen hoc recipiet, quod debile erit; dum QP tantum lineola reflectens sit; aliud autem lumen ad latera hujus in superficiem reliquam illapsum, aliorsum quam ad V reflectatur. Apparebit autem in V objectum lucens in hoc speculo PQ sub eadem altitudine supra horizontem, ac est Sol SR, & sub eadem longitudine cum SR, per §. 1038 non vero sub pari latitudine, quia PQ tantum est linea reflectens.

§. 1301. Si igitur Spectator fuerit in α, ejusque Zenith in β, atque anguli $\lambda\alpha\beta$, $\xi\alpha\beta$, fuerint æquales angulis ZVP, ZVQ (*Tab.* 16. *Fig.* 7. 8. 10.) figuræ 7. apparebit ipsi in α, ob radios a speculis undequaque repercussos; annulus albus $\varkappa\lambda\mu\nu$, ejusdem altitudinis supra horizontem cum Sole γ, & paris latitudinis cum ejus diametro.

§. 1302. Sol quoque radios SP, RQ (*Tab.* 16. *Fig.* 7.) vibrat, qui pellucidum corticem spiculi ingressi, refringuntur ad PT, QX, in substantia hac glaciali; exeuntes vero ad TX, in Aerem feruntur in rectis TY, XY, parallelis prioribus SP, RQ, & quia crassities PT est admodum exigua, Spectator positus in Y hos radios non judicabit ex altius collocato objecto venire, quam est RS. Non autem ad Spectatorem positum in Y tantum radii illapsi in lineolam PQ ferentur, sed quoque alii vicinarum lineolarum. Cumque omnes refringantur exeundo ex TX & vicina superficie, in suos colores separabuntur, quorum plurimi supra se cadentes, pristinum candorem exhibebunt: per §. 931. alii nimis ad latera delati suos colores retinere videbuntur.

§. 1303. Si conceperimus hæc ſpicula in circulo albo, quem modo explicui in §. 1299. liquet ad Spectatorem in α poſitum, multos ejuſmodi delatum iri radios per ſpicula tranſmiſſos, quæ inter ipſum & Solem γ poſita ſunt, datumque iri aliquem locum, in quo ſpicula copioſiſſimam lucem refractam ad Spectatorem mittent, quæ efficiet, ut ſpurius Sol in ν & $\varkappa$, in circulo hoc albo appareat: cumque vicina ſpicula ſemper eo pauciorem lucem, hoc modo tranſeuntem, ad locum α dimittant, quo magis remota a Sole γ fuerint, idcirco fulgens cauda Parheliis ν & $\varkappa$ adhærere videbitur, ſed circulo albo incluſa; atque ob laterales radios, in colores refractos, Parhelii & caudæ cum limbis coloratis conſpicientur, caudæque a parte poſteriori minus fulgebunt, exporrectæ ad $\frac{1}{2}$ partem circuli a Sole γ.

§. 1304. Si Solis radii OM (*Tab.* 16. *Fig.* 9.) deferantur in plano AB, qui recta ad K perrexiſſent, hi refracti ferentur in ſpiculo, ejuſque plano BC, ad P; ab ejus autem poſteriori puncto P repercuſſi, ferentur in plano CD ad G, exeunteſque ex ſpeculo, & refracti ex G ad F, in plano ED movebuntur. In his delati planis, ducta parallela HF ad latus ſpeculi DG, pervenient ad F, ſub eodem angulo HFG, ac ſi directe a puncto K repercuſſi fuiſſent, adeoque ſub eodem angulo, ac in ſpiculum inciderunt.

§. 1305. Concipiantur iterum ſpicula in circulo albo; radii ex Sole γ (*Tab.* 16. *Fig.* 8. 10.) emiſſi, ad Spicula λ & μ refracti bis, & ſemel reflexi, pervenient ſub angulo $\lambda\alpha\beta$ ad ſpectatorem in α, & quidem copioſi: quamobrem hic iterum apparebunt in λ & μ Parhelii, quamvis minus fulgentes prioribus, quia etiam a poſtica parte ſpiculorum multi radii repercutiuntur, nihilominus multi quoque tranſeunt: & ideo eorum caudæ adeo debiles erunt, ut diſcerni nequeant.

§. 1306. Spiculorum inferiori parti guttula globoſa BEB (*Tab.* 16. *Fig.* 7.) adhæret, per quam lux tranſiens, annulos coloratos format FG, HK, LM, veluti vidimus in globis fieri, qui Halones producunt §. 1289. Hæ proinde ſimiles ſpectandos præbebunt annulos coloribus Iridis tinctos, $\delta\varepsilon$, $\nu\varkappa\nu\vartheta$ fig. 8. qui ſolem γ cingent, & vel ſimplices, pluresque numero erunt, poſitique in alio plano, nempe quod perpendiculare eſt ad rectam, inter Solis centrum & Spectatorem ductam.

§. 1307.

§. 1307. Si Aeris motus hæc ſpicula quieſcere non ſinat, ſed latera tantillum moveat, remittatque, continuo fulgor Parheliorum mutabitur: quamobrem quaſi in perpetuo labore conſtituti apparebunt. Qui plura & ſubtiliora deſiderat, adeat Nob. Hugenii Diſſertationem de Coronis & Parheliis, & Cl. Smith Opt. B. 2. C. XI.

§. 1308. Circa Lunam quoque apparent *Paraſelenæ*, cum ſimilibus caudis, & circulis coloratis, quos in Parheliis dari memoravi. Horum omnium cauſa procul dubio ſimilis eſt illi Parheliorum, eruntque phænomena eodem modo explicanda.

§. 1309. Sol aliquando e nubibus emittere videtur *Virgas*, uſque ad Terram exporrectas, coniformes, prope Terram latiſſimas; plerumque conſpiciuntur poſt meridiem, calore prægreſſo. Dantur cum Nubes ſpectatori Solem eripit, per anguſta autem Nubium aliarum foramina radii tenues diſtanteſque ad Terram diriguntur, qui adſcendentibus occurrentes vaporibus, & lateraliter conſpecti, Viſum fortius afficiunt: veluti cum Sol in aliquem clauſum locum infuſus eſt, videmus corpuſcula minima in adverſum ferri, alia ſurſum, alia deorſum, varie concurſantia; a latere autem radii inſpecti, qui a corpuſculis reflectuntur, ſub forma ejuſmodi virgarum apparent.

CAP. XL.

De Meteoris Igneis.

§. 1310. Abſolutis præcipuis Meteoris Aqueis ad Ignea accedamus. Cavendum autem hic ſollicite, ne fulgentia & non ignita cum ardentibus confundamus, dantur enim ſplendentia, veluti ſunt Parhelia, & Halo, quæ fortius Viſum feriunt Ignitis: immo Nubes interdum Lunæ lucem fortius repercutiunt, magiſque ardere ita videntur, quam nonnullæ Auroræ Boreales. Cavendum quoque, ne cum meteoris his confundamus Crepuſcula matutina & veſpertina, tractus luminoſos Viæ Lacteæ, aut Lumen Zodiaci a Caſſino obſervatum, & a Mairano egregie deſcriptum.

§. 1311. Ignea Meteora vel languidum lumen emittunt, ita ut potius ſplendentia ſint: vel lumen clarum vibrant, & ardent. Ad priora Auroræ Boreales cum ſuis ſpecie-

bus pertinent: ad posteriora, Fulmina, Fulgura & alia similia. Sublustria prius examinemus.

§. 1312. Antiquitas Luminaribus varia nomina, figuræ eorum convenientia, indidit, curatius ad hæc, quam ad eorum causam attendens. Omnium quamvis similis materia esse potuerit, forsitan tamen insigni distincta fuit discrimine, propter ubertatem variarum Terrestrium Exhalationum, quæ incensæ fulgere possunt. *Trabs* vocabatur, cum lumen oblongum horizonti parallelum apparebat. *Sagitta* habet formam Trabis, sed in cuspidem desinit. *Facis* quolibet situ positum lumen in latius extremum desinit. *Capra saltans* audiebat, cum lumen vi venti varias induit formas, nunc interrumpitur, nunc integrum apparet. *Botynoe*, cum velut a corona cingente introrsus ingens cæli recessus est, similis effossæ in orbem speluncæ. *Pithiæ*, cum lumen simile vasto rotundoque dolio fertur, vel diffiagrare videtur.

§. 1313. Postquam hoc seculo Auroræ Boreales ob frequentiam melius cognosci cæperunt, incidi in suspicionem, an non memorata luminaria in §. 1312. Aurorarum species forent: cum aliquoties in cælo Nubes observaverim, placido lumine fulgentes, diversæque formæ, quibus antiqua nomina optime conveniebant? erant autem hæ ad Auroras referendæ, uti 1. Ex earum lumine colligebam. 2. Quia ex plaga Borea adventabant, aut in ea conspiciebantur. 3. Quoniam aliquæ, postquam placide fulserant, columnas ex se emittere cœperunt, veluti Auroræ solent. Ejusmodi Nubes non adeo facile a reliquis distinguuntur, nisi quis fuerit Auroris Borealibus observandis assuetus, attenderitque, an non a Sole, vel a Luna illustrentur. Possunt igitur Auroræ Boreales in duas dividi species, nempe in placidas, & in coruscantes: ad placidas meteora, superius in §. 1312. memorata, referenda erunt; ut & ista Aurora, quæ 9. Octobris Anni 1730. conspecta fuit a Cl. Cassino & Mairano in Gallia, hæc absque columnis & jactibus, horizontaliter extenta a Septemtrione versus Meridiem, quæ in medio fracta, in duo ovata luminaria abiit (*a*)

§. 1314. *Aurora Borealis coruscans* alteram luminarium constituit speciem. Hæc est, quæ vulgo *Aurora Borealis*, *Lucula Borealis*, *Syrmata* & *Coruscationes Boreales*; *Pha-*

(a) *L' Hist. de l' Acad. Roy. An.* 1730.

Pharus, *Noordelicht* Belgice appellatur. Non eſt Meteorum novum, ſed ab antiquiſſimis uſque temporibus cognitum, deſcriptumque ab Ariſtotele (a), Plinio (b), Seneca (c), aliiſque deinceps; ejus optimum catalogum Cl. Frobeſius conſcripſit (d): verum infrequens in cultiori, & a Polo boreo aliquantum remotiori Europæ parte; poſt annum 1716. in Belgio creberrime fulgere cœpit. Quamvis in locis Septemtrionalibus ſit frequentiſſimum, nihilominus conſtat ex obſervationibus Cl. Burmanni & Celſi, in Suecia Auroras fulgentiores olim fuiſſe inſolitas, adeo ut hic Aſtronomus poſt annum 1716. incitatus ad eas obſervandas, ab eo tempore ultra 316. in Suecia conſpectas collegerit (e). Frequentiſſime etiam viſæ ſunt in Britannia & Germania, rarius in Gallia, rariſſime in Italia: nam ante annum 1722, vix alicui quædam apparuit, & ab eo tempore Bononiæ bis terve tantum, adeo ut oppido rarum in Italia phænomenon habeatur, id Commentariis Bononienſibus teſtantibus (f), cum Aurora anni 1727. fuerit prima, quæ in Italia ſub Aſtronomi obſervatione poſt hominum memoriam ceciderit: idcirco Cl. Polenus, Boſellinus, Baldinus, Zanottus, magna accuratione Auroram Anni 1737 obſervaverunt & deſcripſerunt (g).

§. 1315. Non ſemper eædem apparitiones, ſed diverſæ Auroram Borealem concomitantur. Plerumque hoc modo ſe habent. In plaga Cæli Borea, quæ aut verſus Septemtrionem eſt, aut ab eo ſe uſque ad Ortum, vel ab altera parte uſque ad Occaſum extendit, apparet Nubes, quæ aut jacet in horizonte, vel ad paucos gradus, raro ad 40, ſupra eum elevata, uſque ad illum tamen ſæpe exporrigitur. Vel eſt Nubes ad horizonte ſeparata, ita ut inter eam atque horizontem cælum cæruleum conſpiciatur: quoad longitudinem, partem horizontis variam occupat, a 5 & 9 gradibus uſque ad 100 & ultra. Nubes hæc eſt alba, parum lucida, ſæpius ſpiſſa & atra: ejus ſuperior limbus horizonti parallelus eſt: interdum tamen in formam arcus gibboſus eſt, adeo ut ſit in-

(a) *Meteorologic. L.* 1. *c.*4. 5. (b) *Hiſtor. Nat. Lib.*2. *c.*26.
(c) *Quæſt. Nat. Lib.* 1. *Cap.* 15. (d) *Nova & Antiqua Auroræ Bor. Spectacula.* (e) *Obſervationes de Lumine Boreali.* (f) *Comment. Bonon. p.* 285.
(g) *Poleni Sopra l' Aurore Boreali.*

instar orbicularis disci, supra horizontem aliquantum adscendentis. Nonnunquam margini supremo atræ nubis adhæret limbus latus, concentricus, albus, sive lucidior; imo & inferiori margini Nubis nigræ limbus lucidus adhærere observatus est, nisi fuerint ambo limbi clari duarum atrarum Nubium, a se distantium, & quarum una altius sopra horizontem adscendit altera, veluti ex aliis observationibus (a) colligendum videtur.

Pars atra Nubis aliquando in albam, lucentemque conversa fuit, postquam aliquamdiu arserat Aurora, plurimasque vibrarat coruscantes virgas: sed & rediisse ad priorem opacitatem quoque observata fuit. Clarius lucet Cælum supra limbum Nubis supremum, sed hæc claritas continuo mutatur, nunc aucta, nunc minuta.

§. 1316. Ex limbo supremo jactus excutiuntur copiosiores parcioresve, sibi propinqui, aut aliquot gradibus distantes, admodum lucentes, ac si liquor fulgens cum summo impetu ex fonte elideretur. Jactus est parum lucidi fumidique ignis, tamen qua parte ex limbo exit, fulgentissimus & angustissimus est, rarior fit, minus fulgens, & latior, quo ab origine plus recedit; fulgorem sequitur minus lucens, fumique instar, materia ex eodem limbi loco; quam mox subsequitur iterum fulgentior, ac si ex fontis fistula expelleretur Aqua, cui hinc inde interspersus foret Aer, æquabilem Aquæ jactum turbans; pernicissima rapiditate luminosa hæc materia exploditur. Aliquando ex latiori apertura assurgit Columna lucida, lente, æquabili motu, in progressu latior, sibi cohærens, nec limbum Nubis deserens, quæ 10, 20 M″ & ultra perstat, cum viderim aliquas perdurasse 4 vel 5 Minutis; sed hoc insolentius, veluti & illæ, quæ basi latiori adhærent Nubi, & apice attenuato sursum adscendunt. Sunt quoque columnæ, quæ simulac ex limbo exiverunt, non videntur, sed postquam aliquousque progressæ sunt; hæ cum limbo non cohærent, sed ex Aere sereno prognatæ apparent. Stant Columnæ perpendiculares ad horizontem, aliæ obliquæ, aliæ formam arcus induunt, aliæ quasi ex centro orbicularis Nubis vibrantur. Sunt variæ longitudinis, cum aliquando tantum ad 4 vel 5 gradus e limbo Nubis assurgunt. Si cum rapiditate exierint, interdum usque ad Zenith Observatoris pergunt; Si rapidissime explodantur, ultra

(a) *Miscellanea Berolin.* T. 1. p. 132.

ultra Zenith transeunt, imo usque ad horizontem meridionalem. Non semper ex Nube directe ad Zenith ascendunt, sed quoque ad latera feruntur, præcipue si in plaga, inter Septemtrionem & Ortum vel Occasum media, nubes lucifera suspensa sit. Observatus fuit a Cl. Kirchio locus, ad quem columnæ concurrebant, qui 29 gradibus a Zenith ad Austrum declinabat. Culumnæ lucidæ lucem albam, rubescentem, sanguineamve continent; promotarum color in decursu interdum mutatur, ut Iridem referat. Cum quædam ex diversis limbi plagis emissæ sibi in Zenith occurrunt, secum permiscentur, partibus se penetrantibus, dividentibus, qualibet directione circa se convolutis, tum Nubeculam spissiorem formant, quæ mox ab omni parte incensa, vehementius quam ante ardet, lumenque spargit viride, cæruleum, purpureum. Hæc illico locum relinquens sub forma claræ Nubis ad plagam Cæli australem se recipit. Observata quoque fuit a Cl. Halleyo (a) & Mairano (b) aliquamdiu permansisse, & formam sphæricæ fornicis, in medio perforatæ, induisse. Columnæ novæ aliquando præcedentes & evanidas cito subsequuntur, nonnunquam aliquot minutis fomes quasi languet, antequam novas progignit. Columnæ lucidæ adeo raræ sunt, ut per eas Stellæ primæ & secundæ magnitudinis transpareant: hæ quoque sæpe videri possunt trans Nubis limbum album, imo visæ fuerunt trans Nubem nigram, quamquam hoc rarius. Columnæ sæpe insensibiliter quasi in Cælo desinunt vel dissipantur, adeo ut id a parte meridionali serenum maneat: quandoque tamen in iis locis, ubi desiisse columnæ videbantur, aliæ inopinato eruperunt. Interdum in Nubeculas lucentes abeunt, quæ a plaga quadam Septemtrionali ad Meridionalem provolvuntur, ideo postquam aliquamdiu duravit Meteorum, Cæli magna pars Nubibus raris completur.

§. 1317. Interdum ex Nube, lucis fomite, rapidissime lucens materia, rarissima, exploditur, ita ut nec Stellas sextæ magnitudinis intercipiat, hæc materia intervallis æqualibus nunc lucens, nunc exstincta; se habet, ac si in Undarum forma proveheretur, in descensu lucentium, in adscensu opacarum. An non hæc Veteribus *Capra*

(a) *Philos. Trans. N.* 347.
(b) *L'Hist. de l' Acad. Roy. A.* 1726.

saltans? vidi hanc in latiſſima quaſi plaga, recta directione, & ultra Zenith procul delatam. Vidi quoque a limbo lucentis Nubis abruptas fuiſſe Nubeculas lucidas, a Septemtrione ad Auſtrum delatas, nec lumen vibrantes.

§. 1318. Non ſemper coruſcantes columnæ ex Nube expelli videntur; quippe contingit, ut horizon, qua late patet, tantum ardens luce clariſſima appareat, atque ex hac luce ſubinde breves fulgentiores columnæ exeant. Forſitan tum Nubes, lucis fomes, infra horizontem aliquantum ſuſpenditur, aut eſt adeo exigua & rara, ut diſcerni oculis nequeat.

§. 1319. Hoc Meteoron aliquando per integram noctem perſtat, imo duabus, tribus, pluribusve noctibus ſequentibus crebro apparet: ſunt & Auroræ paucorum tantum minutorum.

§. 1320. Aliquando obſervatur nonnunquam in loco, cum in vicino, paucis milliaribus diſtante, non appareat: aliquando tanta adeſt copia, ut eodem tempore fere in univerſa Europa conſpiciatur, veluti fuit Aurora Borealis Anni 1716. Martii 17., tum 1726. Octobris 19, tum 1729. Novembris 16, quam Eruditiſſimus Weidlerus elegantiſſime deſcripſit (*a*). Attamen in variis regionibus tum ſe ſpectandam dat cum admodum diſcrepantibus phænomenis.

§. 1321. Nubes, quæ eſt Auroræ Borealis fomes, ſæpiſſime multis horis immutata perſtat, nec altius adſcendit ſupra horizontem, nec deſcendit: nonnunquam tamen a Septemtrione ad Ortum, vel ad Occaſum aliquantum movetur: imo ſucceſſu temporis interdum utrimque ſe extendit, tum plures ab omni parte emittit columnas. Obſervata quoque fuit adſcendiſſe ſupra horizontem, & in Nubem albam lucentemque converſa. Verum in Lapponia & Moſcovia hæc Aurora cum aliis conſpicitur phænomenis, & æque cæli plagam Meridionalem, quam Septemtrionalem occupat, veluti eleganter Diligentiſſimus Maupertuiſius (*b*), tum Cl. Delisle obſervaverunt (*c*).

§. 1322. Aurora hæc obſervatur, vel Cælo exſiſtente ab omni parte, (Septemtrione excepto) ſereno & cæruleo, vel hinc inde cum Nubibus. Nunquam vidi Auroram, cælo penitus Nubibus obducto, ſed quidem brevi, poſtquam fulſerat, Nubes totum Cælum texiſſe. Apparet quo-

(a) *Commentario de Aurora Boreali*. (b) *Figure de la Terre.*
(c) *Memoires pour ſervir*.

quoque vento fere silente, aut modo primi impetus; minus frequens est flante vento secundi impetus, rarissime datur, vento furente; vidi tamen Anno 1728. Martii 30. & Anno 1733. Decembris 23, cum ventus erat quarti gradus, quem rapidissimum supputo. Observavi Auroras fulsisse spirantibus ventis ex omni plaga. Omnibus anni temporibus quoque Ultrajecti conspectæ fuerunt.

§. 1323. Auroras has quoque indiscriminatim præcedunt omnis generis venti, placidi, vehementiores: tempestates frigidæ, calidæ, humidæ & siccæ; adeo ut ex his nullum præsagium de adventu Auroræ capi possit. Tempestates, quæ sequuntur, sunt etiam serenæ & pluviosæ, venti qualescunque, lenes & fortes, frigus & calor: quamobrem mutationem certam Atmosphæræ non inducunt, nec morbos; nec causa asperioris Hyemis exsistunt, cum post eas mitiores brumæ quoque fuerint; nec instantia mala minantur, uti recte Cl. Bosellinus evicit.

§. 1324. Aurora Borealis in Atmosphæra Telluris exsistit, 1. Quia sub forma nubis apparet, similis reliquis Nubibus Atmosphæræ. 2. Quia Nubes coruscans plurium horarum, imo dierum spatio, ad eandem altitudinem supra horizontem sæpe perstat, adeoque simul cum reliqua Atmosphæra & Terra, circa hujus axim volvebatur. 3. Quia nonnumquam Aurora in duobus locis, non multum dissitis, non videtur simul.

§. 1325. Quantæ sit altitudinis supra Terræ superficiem, determinare hucusque nemo potuit; eximii licet Mathematici regulas in hunc finem tradere cœperint (*a*): certum enim non est, idem esse Lumen, & unius loci, quod per universam Europam fulsit, & Annis 1716, 1726, 1729, observatum fuit, ita ut ex altitudine nubis coruscantis in variis regionibus observatæ, parallaxis tuto determinetur, & ex hac altitudo.

§. 1326. Materia Auroræ est ejus indolis, ut incendi possit, incensaque fulgeat languida luce, & rara maneat; nam Stellæ trans ipsam conspiciuntur. Ecquis hanc absque summa temeritate determinabit? Cum Chemia innumeras fere materias inflammabiles, Phosphoreasve suppeditet (*b*), a Natura in Terræ gremio multo plures di-

(a) *Comment. Petropol. T.* 1. *p.* 565. *L' Hist. de l' Acad. Roy. An.* 1731. (b) L'Hist. de l'Acad. Roy. An. 1711. 1714. 1715. 1728. 1736. *Hooke Phil. Exp. p.* 174.

diversissimasque concludat, quæ nondum Artis objectum evaserunt. Videtur materia hæc ex Terræ plaga Septemtrionali exspirare, nunc copiosius quam ante annum 1716. quia fomes ejus a Terræ motu apertus erit; unde eo consumto, forsitan seculis multis hæ Auroræ silebunt. Elevatur perspiratum hoc in altum, componens Nubem unam, pluresque, quæ supra varias regiones feruntur, nec accenduntur, priusquam alteri occurrerint materiæ, quacum ef fervescentia calida & ignivoma effervescunt, quales plurimas nostris temporibus ars detexit. Si igitur ope Venti Aquilonaris Nubes, ex materia Auroræ constans, e Septemtrione, natali quasi solo, ad alias regiones deferatur, atque occurrat exhalationibus per Aerem dispersis, quibuscum effervescere possit, ea sui parte, qua exhalationibus occurrit, accendetur, hoc est in parte Australi; quamobrem a spectatore australius posito videri poterit ardere, hujusque respectu lumen in plaga Septemtrionali, & phænomenon Boreum erit. Quoniam exhalationes non prius accenduntur, quam cum aliquantum permixtæ secum fuerunt, & Nubes a parte Borea, longo extenta tractu, plus resistit, quam a parte Australi, in cujus superficie, vel saltem anteriori parte, permixtio contingit; explosio effervescentis & incensæ materiæ fiet ab hac parte: adeoque a Septemtrione ad Austrum, variisque directionibus, nunc sursum perpendiculariter, nunc parallele ad horizontem, nunc infra soli parallelismum; hinc ab erumpente materia, portas sibi parante, columnæ sive virgæ lucidæ, earumque situs varius respectu horizontis, ac directiones utcunque ad Zenith spectatoris. Prout quoque alterius generis exhalationes cum effervescentibus simul permiscentur, color virgarum differet; nunc albam hæ referent lucem, nunc rosei coloris, nunc rubri, nunc flavescentis. Et an non Nubes Aurorifera horizontis respectu, aliquandiu immobilis stare poterit, si æquali vi a Borea prematur ad Australem quamcunque plagam, quam exhalationes Aereæ ope Australis alicujus venti ad ipsam pelluntur? Videntur plurima phænomena hoc modo facillime posse explicari ex fontibus, qui a veritate forte non procul aberunt. Plurima alia Auroram spectantia, egregie in elaboratissimo opere inclytus Mathematicus Mairanus (1) exposuit. 1. Qui autem ad

(1) De Aurora Boreali, singulisque ejus phænomenis ingeniose admodum, & erudite inter cæteros commentatus est Mairanus, cum in Mo-

ad Sulphur tantum & Nitrum, tanquam causas Aurorarum hic confugiunt, vix ad diversissimas inflammabiles materias, quæ in Atmosphæra hærent, videntur attendisse. 2. Quæ accensæ alia phænomena suscitant, quam Sulphur; hujus enim flamma a lumine Auroræ prorsus diversa est. 3. Quare tum quoque non æque frequentes Auroræ Meridionales quam Septemtrionales contingunt, cum Italia & Meridionalia loca, ut & ardentes montes plurimum Sulphuris exspirent. Meridionales autem Auroras rarissime hucusque in Belgio, Germania & Gallia conspeximus, quæ tamen minus insolentes in Lapponia & Moscovia sunt: apparuerunt tamen Annis 1704. (*a*) 1734. (*b*) 1741. Præstabit sedulo attendisse ad Auroras, forte enim materia, aliquo tempore ex cælo decidua, examini subjicietur; vel ars similem præparabit, ex qua cognoscetur, aut ipse locus natalis in Terræ superficie eruetur: non abludentem materiam Vetterus lacus in Suecia eructat (*c*).

§. 1327.

(a) *L' Hist. de l' Acad. Roy. A.* 1705.
(b) *Weidlerus de Meteoro lucido singulari.*
(c) *Philos. Trans. N.* 298.

Monum. Regiæ Scientiarum Academiæ Paris. A. 1731. tum edito duobus post annis opusculo *Traité Physique, & Historique de l'Aurore Boreale*. Præstat hic in tironum nostrorum gratiam, quæ de hujus phænomeni causa, est Viri Clarissimi opinio, paucis declarare. Id ut clare fiat, nonnulla in antecessum de Zodiacali luce sunt delibanda. Est vero Zodiacalis lux quædam in cælo claritas, quæ albore suo & pelluciditate galaxiam æquat, imo & identidem superat, minutissimas stellas dilucide per ejus complexum exhibens: lanceæ vel pyramidis figuram habet, cujus apex & axis in Zodiaco perpetuo versantur, ut inde Zodiacalis lucis nomen sortita fuerit, basim vero habet versus horizontem. Frequentius Vere, Autumno, & Hyemis initio ante Solis ortum vel post ejus occasum conspicitur, raro aliis anni tempestatibus. Ejus claror vel crepusculi, vel Lunæ luce facile intercipitur, tumque omnino oculis subripitur. Novum hoc luminis phænomenon Veteribus ignotum, Dominico Cassino celeberrimo Astronomo acceptum referri debet, cum is omnium primus illud Parisiis observaverit die 18. Martii A. 1683., cujus observationes videsis in Actis Eruditorum Lipsiæ ejusdem anni. Idem deinceps phænomenon An. 1684, 85, 86. Genevæ observatum est Fatio de Duillier, tum Kirchio & Eimmartio in Germania An. 1688, 89, 91, 93, 94, aliisque porro; ita ut modo de phænomeni existentia nullum est Viris doctis dubium. Convenit etiam inter omnes Zodiacale lumen ipsam esse Solis Atmosphæram, seu, quæ Solem procul omni dubio perpetuo ambit tenuissima, fluida, & rara materia, vel ex se ipsa lucida, vel Solis radiis illustrata. Hæc quidem indefinenter Solem comitatur, at non semper ejus claror conspicuus nobis est, cum ejusmodi esse possint circumstantiæ, quibus oculis subripiatur: Zodia-

§. 1327. Sæpe exiguus globus, ignitus, clara luce fulgens, per Atmoſphæram cælo ſereno ire & abduci, imo & in Terram decidere videtur, qui quum magnitudine appa-

diacalis luminis longitudo & latitudo identidem mutantur; tumque maxime conſpicuum eſt, vel in media crepuſculi luce, cum eæ dimenſiones plurimum creverint.

Ex indubiis vero obſervationibus tantam eſſe poſſe hujus luminis longitudinem arbitratur Mairanus, ut ad Telluris orbitam quandoque pertingat. In tanta vero ejus a Sole diſtantia cum diminuta valde ſit ejuſdem vis centripeta verſus Solem, plurimum præterea aucta ſit ejus ad Tellurem gravitas, Telluris Atmoſphæram ingrediatur id lumen neceſſe eſt, ad Telluris uſque ſuperficiem acceſſurum, niſi aeris noſtri majori gravitate ſpecifica cohiberetur. In ea ergo Atmoſphæræ altitudine ſiſtetur id lumen, ubi aer eandem cum ipſa habet ſpecificam gravitatem, vel ejuſmodi partium cohæſionem habet, quæ ejus luminis utut gravioris vi & preſſu vinci haud poſſit. Sed veroſimile valde eſt materiam hujus luminis, quemadmodum & Atmoſphærici noſtri aeris, multiplicem figuram, magnitudinem, texturam, ac denſitatem in ſuis partibus obtinere; quamobrem ejus non eadem erit altitudo in noſtra Atmoſphæra; in hac ergo ſi varia ſtrata, vel concentricas ſuperficies imagineris, in harum ſingulis diffuſam eſſe oportet luminis Zodiacalis materiam: ex hac vero ita diffuſa materia Auroras Boreales ſuam trahere originem arbitratur Mairanus. Ejus ſcilicet luminis craſſiores, denſioreſque partes ceteris altius in Atmoſphæram deſcendunt; cumque ob denſitatem minus ſint inflammabiles, obſcuram eam nubem efformare aptæ ſunt, quæ eſt Auroræ Borealis veluti baſis: ex quibus etiam eas denſas nebulas, tranſparentes, evanidas, huc illucque ſparſas, variis figuris, & vario ſitu donatas, quæ conſpici in Aurora Boreali ſolent, mutuatur Mairanus. Leviores vero, rarioreſque ejus luminis partes, quæ ſuperiora Atmoſphæræ ſtrata occupant, quæque vel ex ſe inflammatæ ſunt, vel aeris particularum mixtione, fermentationeque luminoſæ evadunt, Auroræ Borealis omne lumen efformant. Ex quibus demum principiis reliqua Auroræ Borealis phænomena acute quidem & eleganter derivantur Viro Clariſſimo.

Qua vero ratione fiat, ut Aurora Borealis Septentrionalem plagam plerumque occupet, non melius explicari poſſe putat Mairanus, quam ut in ejus ſyſtemate. Et quidem ſi hujus phænomeni materia abs terreſtribus exhalatis ſuam traheret originem, ut communis fert opinio, nulla eſſe poteſt cauſa, qua eorum tanta copia in Boreali modo plaga reperiatur, non vero per totam Atmoſphæram diffuſa. Et in hypotheſi quod tellus una cum ſua Atmoſphæra diurna revolutione circa ſuum axem feratur, quemadmodum ex majori partium ſub Æquatore revolventium vi centrifuga, elevationem ibi factam eſſe telluris ſuperficiem arbitrantur Newtonus, & Hugenius, quid ni etiam & ob eandem vim centrifugam exhalatorum terreſtrium major cumulus eſſe debeat in Zona torrida, quam in Septentrionali plaga? quamobrem nil eſt cur non ſub Æquatore potius, quam alibi Auroræ appareant. At ſi hujus phænomeni materia aliunde ad Atmoſphæram telluris accedat, ut arbitratur Mairanus, nullo negotio intelligitur, cur ejus major eſſe debeat copia verſus Polos: hæc quippe materia indiſcriminatim omnibus Atmoſphæræ terreſtris partibus occurrit, & per eas ſingulas in Atmoſphæram penetrare apta quidem ex ſe eſſet: verum cum ſub Æquatore

apparenti Stellam referat, *Stella cadens*, *transcurrens*, *transvolans*, *transversa* appellatur: plerumque vere & autumno observatur, & tantum noctu, quia eam abscondit diurni luminis claritas: credere enim par est, non pauciores interdiu præcipites labi, quam noctu (*a*). Cum locus Terræ, in quem cecidit, invenitur, superstes ejus materia est tenax, glutinosa, ex albo flavescens, nigris & exiguis maculis distincta, ex qua omne inflammabile consumtum est, notante Fluddo & Brussæo (*b*). Percurrit hic ignis eos Atmosphæræ tractus, in quibus inflammabilis materia natat, pendetve. Ars ejusmodi Stellas imitatur, si Camphora cum Nitro, limoque terrestri, vino vel ejus spiritu irrigua, in formam globi compingatur: hic globus incensus projectusque per Aera, Stellam cadentem, cum simili residua tenaci fæce perfecte refert. Sunt hujusmodi producta, & similia alia inflammabilia in Atmosphæra.

§. 1328. *Castor & Pollux* vocantur exiguæ flammulæ, sæviente tempestate ad aplustria, ad funes, partesve quascunque navis exstantes observatæ, sæpe una, binæ, pluresque simul conspiciuntur. Tradunt Nautæ, tenellos lucentesque esse pisciculos, qui cum fluctibus in spumam collisis, atque in altum excussis, ad quaslibet navium exstantes partes jaciuntur, iisque adhærent, & lucent, quamdiu vivunt. Fabula est, unam malum esse omen, binas

(a) *Gassendus in Physic.* §. 3. *L.* 3. *C.* 7.
(b) *Gassendus l. c.*

tore aer majorem in revolutione diurna circulum describat, majorique adeo centrifuga vi præ ceteris polleat, magis renitatur necesse est adversus Zodiacalis luminis materiam, quam idcirco versus laterales partes propellet, ubi hæc vis centrifuga successive minor evadit, ut in polis nulla omnino sit. Hinc ergo liquet majori copia versus polos hanc circumfluentem materiam, in polaribus regionibus frequentius Auroras gignere; cum vero, quæ Boreales tantum regiones spectant, conspicuæ nobis sint, Boreales idcirco Auroræ vulgo dictæ sunt. Aer præterea Atmosphæricus in regionibus polaribus densior graviorque est, ob minorem ejus vim centrifugam, tum minorem ibi Solis aerem rarefacientis actionem; quapropter aptior ibi est colligendis, conservandisque luminis Zodiacalis partibus.

Ex motu vero telluris in Eclyptica fieri putat Mairanus, ut uno anni tempore Borealis telluris plaga, altero, Australis prius Solari Atmosphæræ occurrat, quam reliquæ telluris superficiei partes: indeque fieri ut modo versus Boream, modo versus Austrum frequentiores occurrant Auroræ, uti fusius declarat Vir Cl. *laudati Tract. Sect.* 3. *c.* 2.

binas flammulas bonum portendere, & brevi cessaturam procellam (a).

§. 1329. *Ambulones* sunt ignes fatui exigui, figuræ rotundæ, magnitudine flammam candelæ referentes, interdum tamen latiores, & quidem uti virgultorum incensæ fasces, clariorem aliquando lucem cereis spargentes, aliquando obscuriorem, purpuream: cominus inspecti ignes minus fulgent, quam eminus; errant hinc inde in Aere, non procul a Terræ superficie; frequentes sunt in locis pinguibus, uliginosis, paludosis, arundinetis, cœmeteriis, prope patibula, fimeta: plerumque æstate & sub initium autumni apparent; sed in agro Bononiensi per universum annum nocte opaca visuntur: ibi enim hyeme frigida, & cum solum nive tectum est, copiosiores sunt, quam æstate calidissima: hyeme quoque observantur, quos in Provinciæ oppido Rogono videri tradit Gassendus (b). Apparent frequentiores in regionibus calidis quam frigidis; in Italia prope Bononiam copiosi, maximique (c); nonnunquam subito evanescunt, mox in alio loco resplendent, plerumque ad altitudinem sex pedum a solo natantes, nunc se explicant, mox se contrahunt, nunc instar undarum delati scintillis pluunt igneis, nihil incendunt; sequuntur fugientes, præcedunt insequentes; capti aliqui observati fuerunt constare ex materia lucente, viscosa, & lubrica, instar spermatis ranarum, nec calida, nec urente, sed tantum lucente, adeo ut videatur esse materia phosphorea ex putrefactis plantis, cadaveribusque ardore Solis præparata, elevata; vespertino frigore condensata lucensque; non tamen opinor omnium materiam esse eandem, haud dubie enim Bononienses a Belgicis differunt. Fabulosum est, hujusmodi ignes esse cacodæmones, animas errantes, aut ipsos malignitate Itineratores in devia abducere, aut in fossas paludesque præcipitare, veluti aliqui nugati sunt Philosophi.

Huc referendum est alterum genus Ambulonum, quod *Ambulones incendiarios* voco, quia non tantum lucent, ut priores, sed palearia, tecta straminea, & ædes incendunt, quales olim in Germania, (d) hoc seculo

(a) *Plinius H. N. L.* 2. *C.* 37. *Cardanus de subtilit. L.*2.*p.*96.
(b) *Physicæ L.* 2. *Sect.* 3. *Cap.*7. (c) *Philos. Trans. N.* 411.
(d) *Tacitus Lib.* XIII. *Annalium*.

lo in Holsatia (*a*), & in Italia (*b*) exstiterunt. Hi aliquando rotundæ figuræ, & disci lunaris, nunc funalis, nunc minimæ faculæ magnitudinem habuerunt: alii insistunt, alii quacunque directione feruntur, nunc lentius, nunc celerius, non tamen homine currente rapidiores: a Cl. Ripa observati in Agro Tarvisino, & pulcre descripti.

§. 1330. *Ignis lambens* vocatur, qui aliquando puerorum (*c*), adultorumque capillis (*d*), & Equorum jubis adhærere conspicitur: sunt hi ignes tantum verus Phosphorus, qualem Ars ex partibus animalium præparat; qui ex corpore una cum sudore expirans, capillis, fronti, aliisque corporis partibus adhæret, & frictis capillis, veluti pectinando fieri solet, accenditur; ideo etiam operariorum fœtida indusia fricata lucent. Hastarum ferro pinguedine uncto adhærere quoque dicitur (*e*), aut pilis (*f*); foret autem hic a priori diversus, Igniculus errans modo est, qui ab oleosa materia, qua hasta uncta fuit, allectus, potius ad hastam accesserit, quam ut eam in libero Aere prætercurrerit.

§. 1331. Nonnunquam in Aere noctu ingentes tractus luminosi apparent, subito ex uno in alterum locum delati, quos ignarus Meteorum esse judicaret: qui tantum a muscis, catervatim noctu volitantibus, Phosphori lucem ex omni parte corporis exspirantibus, oriuntur; veluti in Italia observavit Scheuchserus, quodque ab Willugbejo & Rajo confirmatur.

§. 1332. Ad Meteora fulgentiora pertinet Bolis, Fulgur, Fulmen.

Bolidem appellamus globum ardentem magnum, rapidissime per Aerem delatum, plerumque aliquam caudam post se trahentem. Aristoteles *Capram* vocat. Sunt ejusmodi globi sæpe ingentes, Lunari enim magnitudine apparuisse tradunt veteres (*g*), Gassendus ipse aliquam diametri duplo majoris Lunari conspexit (*h*), qui *Facem* hoc Meteoron appellat. Kirchius ejusmodi bolidem Lipsiæ Anno 1686 vidit, cujus diameter semidiametrum Lunæ circiter æquabat; tantaque luce noctu Terram illustrabat, ut ejus

(a) *Kaschubii Elem. Physicæ.* (b) *Ripa Dissert. Meteorol.*
(c) *Livius L. 1. C. 39. Virgilius Aene. L. 2.* (d) *Cardanus L. 8. C. 43. Variet. Acta Phys. Med. vol. 3. Obs. 3.*
(e) *Seneca Q. n. L. 1. C. 1.* (f) *Plinius L. 2. C. 37.*
(g) *Seneca Qu. N. L. 1. C. 1.* (h) *Physicæ S. 3. L. 2. C. 7.*

ejus ope ſine candelis legere potuiſſet, pedetentim evanuit: viſa quoque fuit in oppido Schlaizia, undecim milliaribus Germanicis a Lipſia; unde, hanc Bolidem ad minimum altitudinem ſex milliarium noſtrorum habuiſſe, colligi poteſt: ſi milliaris longitudo 12000 pedum ponatur; diameter hujus ardentis Bolidis pedum 335 fuit, ſecundum aliorum calculum duplo major fuiſſet. Sed multo major fuit Bolis, quam Cl. Balbus Anno 1719. Bononiæ obſervavit (*a*), cujus diameter Lunæ plenæ par viſo fuit, colore quaſi ardentis Camphoræ; tantam quoque ſpargebat lucem, quanta Solis orientis eſſe ſolet, ſic ut minima quæque, per terram paſſim diſperſa, probe cerni potuerint: apparebant in ea quatuor voragines fumum exſpirantes, flammulæque ardentes plurimæ, quæ & globo inſidebant, & foras emittebantur, cum cauda ſepties diametrum globi ſuperante. Inſtituta comparatione altitudinis, quam bolis in variis locis habere viſa fuit, conſtitit, eam nec minus 16000, nec plus 20000 paſſibus fuiſſe ſupra ſolum elevatam, & proinde ejus diametrum 356 decempedas æquaſſe. Super quæ loca tranſiit, odorem gravem Sulphuris ſparſit, nec ſine fragore diſſiliit.

§. 1333. Contingit nonnunquam, ut cum ejuſmodi Bolides deſinunt, nubecula coloris cinerei in Aere remaneat (*b*): aliæ promoventur, aliæ ſtant, vel ſtare videntur aliquamdiu in eodem loco Atmoſphæræ, veluti illæ fuerunt, quas Kirchius (*c*) & Wolfius (*d*) obſervaverunt: omnes tamen ita fulſerunt, ut lumen Lunæ ſua claritate multum ſuperaverint.

§. 1334. Quoniam odorem Sulphuris in iis locis, ſuper quæ tranſivit, ſpargit, vix dubitamus, quin Bolis fuerit Nubes e ſulphureis potiſſimum, tum ex aliis inflammabilibus exhalationibus conflata: quæ propter effervescentiam, quam occurſu aliarum exhalationum conceperit, incenſa fuit; ardens jam fluida materia in fluido Aere globoſam figuram induit. Bolides nonnullæ quieviſſe obſervatæ fuerunt; cum nempe inflammabiles exhalationes in loco tranquillo, quo ſuſpendebantur, non fuerunt propulſæ: vel cum procul a Spectatore natæ & ad ipſum pulſæ, utrum moveantur, an inſiſtant, judicari nequit. Sed & Bolides aliæ præ-

(a) *Comm. Bon. p.* 285. (b) *Whiſton of a Surprizing. Meteor. An.* 1717. (c) *Ephemer. German. Cur. A.* 1688.
(d) *Acta Lipſienſ. An.* 1707. *p.* 526.

prærapida celeritate ferri observatæ sunt: quod duplici causa fieri potuit. 1. Quia inflammabilis materia in toto illo Aeris tractu suspendebatur, quem Bolis percurrit, cum materia successive incensa fuit, veluti in serie longa pyrii pulveris flamma ab uno ad alterum extremum decurrit: idcirco residui ab incendio cineres, pallidam cinereamque caudam, toto, quo Bolis decurrit, tractu, referent. 2. Vel quia Nubes sulphurea incensa, & quaquaversum expansa, projecta fuit a resistentia aliarum exhalationum in Aere hærentium, quibuscum effervescendo flammam conceperit. Prior tamen causa mihi probabilior videtur, cum Bolides longissimo itinere supra varias regiones cucurrerint: lucis claritas solidiorem materiam esse incensam, quæ copiosissimum ignem colligere potuit, arguit, qualis est ea Sulphuris, Oleorum e Vegetabilibus, cum permistis aliis Terrestribus, forte & salinis: color enim flammæ albus, non merum sulphur ardere, evidentissime probat. (1)

§. 1335. Ingens id Lumen, quod Cl. Montanarius Anno 1676. observavit Bolidis speciem fuisse vero simile est; id enim huic Mathematico, Bononiæ degenti, apparebat super mare Adriaticum tanquam ex Dalmatia venisse, transibat supra universam Italiam, in quibus autem verticale fuerat locis, audiebatur crepitans fragor; Ligurni insuper sonus tanquam explosarum ballistarum; & postquam transierat, Corsicum versus mare delatum, strepitus veluti a protractis super lapidea strata curribus sequebatur: hoc lumen velocissime promovebatur, 160 milliaribus Italicis intra horæ minutum.

§. 1336. *Fulgur* vocatur Flamma magna, admodum lucida, quaquaversum late explicita, repente in sublimi emicans, desinensque ita ut momentanea tantum sit.

§. 1337. Fulgurat æque cælo sereno, ac conspicuis in eo aliquot Nubibus: rarissimum est Fulgur, nisi dies calidi præcesserint. Fulgurat absque Tonitru, sæpius ta-

(1) Cl. Hallejus (*Philosoph. Transf. num.* 341.) ex ingenti Bolidum supra telluris superficiem altitudine difficulter se adduci ait, ut eorum materiam ex terrestribus exhalatis, aliorum Meteororum instar, suam putet trahere originem: arbitratur potius tellurem cum in sua orbita circa Solem volvitur, in aliquem extraneæ materiæ cumulum incidere, qui vel a Solis Atmosphæra, vel a Cometarum caudis, vel a Luna &c. effluxerit, eumque ad mediam usque nostræ Atmosphæræ regionem attractum, sub descriptorum ignium forma nobis se exhibere.

men hoc ſimul adeſt: abſque eo vix ter quolibet anno Ultrajecti fulgurat: rariſſimum eſt, ſi aliquid damni rebus Terreſtribus adferat, cum in ſublimi tantum hæc incendia fiant, nec longius proſiliant.

§. 1338. Fulguris materia, quæ ignem profert, eſt Plantarum oleum, calore diurno attenuatum & ſurſum elatum, tum quicquid Sulphureum, oleoſumve ex Terreſtri ſolo exhalaverit, quod hinc inde in Atmoſphæra diſperſum, nec continuum hærens, partitis vicibus incenditur, flamma ſe explicante quantum tractus exhalationis ejuſmodi patet, cui alia occurrit in Aere quoque pendens natanſque ſubſtantia, quacum effervefcit, ignem concipit, atque ſimul difflagrat.

§. 1339. *Fulmen* vocatur Flamma fulgentiſſima, ſubito orta, magno impetu & præripida celeritate lata, per Aerem ad quamlibet determinationem, ex Terra ſurſum, horizontaliter, oblique, deorſum, in linea recta, vel in pluribus rectis, ſerpentinis quaſi ductibus, ad varios angulos junctis, ſæpiſſime cum ingenti fragore deſinens.

§. 1340 Ex obſervationibus Ultrajecti captis patet, quolibet anno ibi decies quinquies fulminare, numero quodam medio ſumto: omnium creberrime & paribus vicibus menſe Majo & Julio fulminat, ac his quidem menſibus triplo plus quam Aprili, aut Septembri; duplo crebrius quam Junio vel Auguſto: par enim numero fulminat Aprili & Septembri; & toties quoque Junio quam Auguſto: raro aliis anni temporibus fulminat, ut memoratis menſibus. Fulminat quoque ex qualibet plaga flantibus vel progreſſis ventis, creberrime flante Auſtro, minus ſpirante Solano; æque crebro, quamvis adhuc minus, flantibus Euro & Favonio, omnium rariſſime flante Aquilone, Borea, & Cauro. Sed hæc omnia tantum illi Urbi, & ſolo circumjacenti, ſunt propria; aliis in regionibus alia obſervabuntur.

§. 1341. Quoniam loca fulgurita incenſum redolent Sulphur, vix dubitari poteſt, qui Sulphur ſit præcipua materia inflammabilis, quæ Fulmen ingreditur: flammæ color, & fragor ſecutus Fulmen, merum Sulphur non eſſe probant; ſed alias permiſtas exhalationes, quæ in libero Aere incenſæ cum fragore exploduntur. Ars ita comparatum eſſe Balſamum Sulphuris, nimio igne in vaſis clauſis agitatum, & deinde projectum, detexit: in aperto Aere incen-

ſa cum crepitu diſplodi, plura novimus, veluti ſunt Aurum fulminans, Auripigmentum cum Nitro & Sale Tartari, Antimonium diaphoreticum cum ſapone nigro (a), pulvis fulminans, Ferrum in Aqua regia ſolutum, miſtumque cum Sale Tartari, Plumbum in Spiritu Nitri ſolutum &c. Sed multa alia novimus, quæ in loco clauſo incenſa, cum fragore difflagrant, veluti pulvis pyrius, Arſenicum cum Spiritu Nitri digeſtum, Spiritus Nitri Geoffroyanus cum Oleo quocunque ſtillatitio permiſtus; tum & omnia Olea & Spiritus, quæ a nimis vehementi in vaſis clauſis igne urgentur: forſitan Natura plurimis aliis Exhalationibus & inflammabilibus, cum Sulphure miſtis, utitur, ad eoſdem effectus præſtandos; quamobrem omne Fulmen non erit idem, atque in variis regionibus diverſiſſimum.

§. 1342. Omnis fere Terra ſulphureos tractus furſum in Atmoſphæram ex ſe exſpirat, una cum plurimis aliis exhalationibus, quæ Fulmen componere poſſunt. Natant in Aere copioſiſſimi ſales, præcipue Nitri matrix, quæ proculdubio ſulphureis aliiſque exhalationibus occurrit, & una cum iis miſcetur ad Fulmen componendum: quænam aliæ exhalationes pro Fulmine concurrant, temeritatis eſt determinare: qualeſcunque fuerint, eas omnes in ſequentibus *Materiam fulmineam* appellabo. Hujus tractus, quamvis ſub forma exhalationum in Atmoſphæra volitent, ſe habent inſtar lineæ ex pulvere pyrio formatæ, cujus flamma ab una parte incipiens, modo alimentum ſuum ſequitur, & per univerſa grana uſque ad alteram extremitatem decurrit, donec omnis combuſtus fuerit pulvis: pari modo inflammati tractus fulminei, in Aere ſuſpenſi, ab uno extremo difflagrant currente flamma ad alterum, qua illam vena ſui pabuli ducit: hinc radii fulminis, qui per Aera vibrari, & aliquando diffundi in duos, plureſque tractus videntur, nunc redire, nunc in lineis ad angulos varios junctis projici, tantum quod flamma tractibus vario ſitu jacentibus, ſecumque cohærentibus occurrat. Idcirco fulmen nunc horizontaliter, nunc ex alto deorſum, nunc ex Terra ſurſum currere videtur, ſi enim perſpirans e Terra fulminea materia prope ſolum accendatur, ſurſum prorumpente flamma, videbitur Fulmen ex Terra ejici: ſi idem tractus a parte ſuperiori accendatur, deorſum prorumpet flamma, videbiturque Fulmen e cælo labi.

(a) *L'Hiſt. de l'Acad. Roy. An.* 1736.

§. 1343. Quamobrem in iis locis potiſſimum Fulmen obſervabitur, ubi ex ſolo fulminea materia exſpirat: quamvis tamen hæc exſpirata ope ventorum ad alias plagas deferri poſſit, ibique difflagrare: hinc in nonnullis locis ſæpius quam in aliis fulminat, creberrime in iis, quorum ſolum ab ardente Sole torretur, & varia olea ac copioſiſſimum Sulphur exhalat: rarius in locis, quæ intus nec Olea, nec Sulphur habent, aut in aquoſis, humidis, frigidiſque regionibus: in Ægypto & Æthiopia vix fulminat, in Sicilia & Italia frequentiſſime (a). Cur tamen medio in Oceano fulminat? quia per Aquas ex fundo Oceani ingentes tractus Sulphurei ſurſum pelluntur, veluti cum Fontium Aquis in variis contingit locis, quorum Aquæ, candela admota, inflammantur (b); accenſis nempe ſulphureis exhalationibus, una cum Aqua erumpentibus. Incenditur fulminea materia in Aere, cum exhalationibus vel vaporibus occurrit, quibuſcum ignivoma effervescentia vehementer effervescit.

§. 1344. Quoniam in hiſce regionibus a frigore hyberno, nive, glacie, Terræ cortex exterior conſtringitur, vix hyeme ex interiori Terra exſpirat Sulphur, aliave fulminea materia; hinc hyeme apud nos non, aut oppido raro fulminat: ſimulac autem a verno Sole Terra incipit recludi, exſpirat aliquid menſe Aprilis, quod incenditur. Verum a majori calore Solis, in Terram profundius penetrante, cortex menſe Majo magis aperitur, nunc copioſior fulminantis materiæ exſpiratio, & quicquid collectum concluſumque hyeme fuerat, ſurſum ex Terra in Aerem rapitur, ideo frequentiſſimum fulmen Majo menſe: & præcipue poſtquam calor uno alterove die intenſior præceſſerit. Minor copia ejuſdem materiæ reſtitit in ſuperiori cortice Terræ pro Junio, ſed e profundioribus viſceribus interim nova adſcendit, quæ attenuatur, præparatur, ita ut a ferventiſſimo Julii ardore quaſi catervatim elevetur, & accendatur; hinc æque frequens fulmen Julio, quam Majo; decreſcente dein calore ſequentibus menſibus, parcior fit ex Terra exhalatio fulminantis materiæ, atque hinc parcius quoque fulminat, donec Octobri & reliquis hyemalibus menſibus conſtricta noſtra Tellus exſpiret fere nihil. Idcirco videmus,

(a) *Plinius Lib.* 2. C. 51.

(b) *Commentarii Bonon. pag.* 119. *Lucretius Lib.* 6. *Philoſoph. Tranſ. N.* 234.

mus, quare flantibus Aquilone, Borea, & Cauro, rarissime tonet, cum hi venti Terram frigore constringunt, atque ita erumpere fulmineas exhalationes impediunt, aut ne eruptæ & in Aere natantes effervescant, efficiunt: contra flante Austro, calido humidoque, omnia resolvente, aperitur Terra, & abundans fulminea materia in altum exspirat, quæ facillime accenditur.

§. 1345. Videtur flamma, quæ ab una parte tractus fulminei incipit, dum totum tractum rapidissime percurrit, nonnullas secum deferre partes, quas non tam cito incendere poterat; has cum in aliqua accumulaverit copia, & interim valde calefecerit, ut una cum reliqua materia incendi possint, tum incensæ subito & maximo cum impetu disploduntur, atque ita fragor ingens excitatur, quem *Tonitru* appellamus: postquam enim desiit Fulmen, mox Tonitru sequitur.

§. 1346. An non accumulata illa materia fulminea, & propter copiam nondum tota ardens, igneos istos format globos, qui gravitate sua e cælo in locis fulguritis decidisse observati sunt, & qui deinde adeo calefacti, ut subito per totam substantiam ignem concipiant, sua displosione ingentes strages ediderunt, calamitatesque tristissimas intulerunt (a)? Id mihi verosimile videtur ex captis a me, & ab aliis observationibus: fatendum tamen qualibet tempestate, qua fulminat, hos globos non conspici, cum nempe aut exigui sunt, aut plus absunt, quam ut acie discerni queant, vel cum Fulmen ex alia materia constat.

§. 1347. Quamvis Tonitru unum tantum fragorem excitet, nihilominus sæpe sub specie gravis & diu continuati murmuris auditur, aliquando 30 vel 40 minutorum secundorum (b), propter varias ejus a Nubibus & ab objectis terrestribus repercussiones: hinc enim in vallibus, quas varii montes ambiunt, Tonitruum terribilis & diutissime continuatus fit mugitus; cum prope aliquem explosum Tonitru tantum unum fragorem edere observatur: nihilominus si flamma duos, tresve, aut plures incenderit tractus fulmineos, singuli in fine cum suo fragore desinent, atque ita plures soni aut simul, aut brevi se sequentes audiri possunt.

(a) *Phil. Transf. N. 316. N. 319. N. 336. N. 357. N. 390. Collectiones Breslav. Anno* 1717. *pag.* 157. *Miscellan. Berolinens. Contin.* 2. *pag.* 114. *Scheuchzeri Meteor. Helvetic. pag.* 24. *& seq.*

(b) *Delisle memoires physiques.*

§. 1348. Ex hac doctrina clarissime intelligimus, 1. Quare cælo sereno fulminare & tonare possit? quamvis id rarius fiat, imo fieri posse neget Lucretius (a), contigisse tamen prodiderunt inter veteres Homerus (b), Horatius (c), Virgilius (d), Cicero (e), Ovidius (f), Alex. ab Alex. (g), Plinius (h), Julius Obsequens (i), atque inter recentiores Scheuchserus (k): possunt enim semper incendi Sulphureæ exhalationes, simulac e Terra eruperunt, sive cælum sudum vel nubilum fuerit.

. 2. Et sequitur manifesto Fulmen & Tonitru non semper in nubibus generari, neque in iis hærere, nisi eo usque Exhalationes fulmineæ adscenderint: nam ex Terra Fulmen in altum adscendisse, vidit Maffeus (l), tum Abbas Lionus (m). Similia proculdubio antiquitas vidit, *Fulmina* enim *inferna* vocavit, cum e Terra exsiliunt ignes (n): imo ardens Vesuvius fulmina emisisse visus est (o), similiaque e fodinis adscenderunt. Sed Tonitru immediate sequens Fulmen, demonstrat fragorem non in Nubibus, sed in eo loco excitari, ubi Fulmen finem habuit; quod globi Fulminei, explosione sua Tonitru excitantes, penitus confirmant.

3. Plerumque autem in cælo densæ atræque producuntur Nubes, miris agitatæ motibus & directionibus, antequam incipit fulminare & tonare; tum etiam durante hac tempestate, ex quibus qualecunque præsagium de instanti fulmine formare solemus: Sed hæ oriuntur ab effervescentia, simulac fulmineis exhalationibus occurrunt, inde enim illi Aeris quasi labores: dum ex ejus instertitiis sparsæ vaporum particulæ expelluntur, condensantur, Nubes densas & atras componunt: hæ simulac ab incenso fulmine magis ad se comprimuntur, in pluviam densam coguntur, quæ plerumque Fulmen & Tonitru comitatur.

4. Ful-

(a) *Lucr. L.* VI. v. 264. 400.
(b) *Odyss. Y.* v. 112. (c) *Carmin. Lib.* 1.
(d) *Lib.* 1. *Georg.* (e) *Lib.* 1. *de divin.*
(f) *Fastor. Lib.* 3. (g) *Lib.* 5. *Cap.* 13.
(h) *Hist. Nat. L.* 2. *C.* 51. (i) *De Prodigiis C.* 83.
(k) *Meteorol. Helvetic. p.* 2.
(l) *Litteræ Maffei ad Vallisnerium.*
(m) *Diar. Italico Tom.* 32. *Art.* 8.
(n) *Seneca q. n. L.* 2. *C.* 49.
(o) *Philos. Trans. N.* 337.

4. Fulminis vero displosiones iteratæ Aerem ex iis locis quaquaversum vehementissime expellunt, in quæ iterum, tanquam in vacuum alius Aer ruit: hinc furibundi illi venti & procellæ, qui comitantur & insequuntur Fulmina.

5. Quomodo Animalia & homines Fulmine tacti & percussi concidunt & exanimantur, in quibus nullum a Fulmine vestigium? an quia metu horrendi fragoris & Ignis, in quo medii versantur, stupent, in totum sibi excidunt, & tandem exanimantur? an quia a spiritu Sulphuris incensi, præsentaneo veneno animalium suffocantur? an quia Fulmen explosum, Aerem ex eo loco pellit, vel ejus elasticitatem destruit. (*a*), ita ut Animalia in vacuo, vel in Aere respirationi inepto relinquantur? forsitan hæc tria simul concurrunt, aut quodlibet seorsum causa mortis exsistit. Nonnunquam animalia fulgurita lethalibus contusionibus vulneribusque, quæ conspicua sunt, vulnerantur, tum mortis causa patet.

6. Cum igitur Fulmen sit vera flamma ardentis Fulmineæ materiæ, minime mirandum est, si corpora quæcunque inflammabilia, quibus occurrit, incenderit, liquefecerit metalla, corpora cujuslibet resistentiæ diffregerit, prostraverit, evulserit, fiderit: cumque exalationes subtilissimæ e Terra adscendentes per ligna, lateres, muros penetrare facile possint, etiam patet, cur Fulmen per contignationes, septa, lacunaria, & fornices ædium cucurrisse visum fuit, quia fulmineus exhalationum tractus sic decurrebat. Verum multo plura facile ex præmissis explicantur, veluti hæc sunt. Quomodo ex visa flamma & intercedente tempore inter Tonitru auditum, quanto intervallo a loco explosi Fulminis absumus, cognosci potest? videatur §. 1151. Quare discrimen summum datur, quando Tonitru auditur, simulac Fulmen conspicitur? Quare Tonitru vehementer mugiente tremor ædes & plurima corpora pertentat? videatur §. 1168, 1169. Quare nonnulla Fluida, quo tempore fulminat, fermentari incipiunt; alia in fermentatione posita, desinunt? Quare plurima, licet in cellis recondita, postquam tonuit, corrumpuntur? Quomodo aliorsum determinari, & utcunque averti potest Fulmen, sonitu campanarum majorum & plurium, tum explosione tormentorum bellicorum? quamvis campanarum sonitum alio tempore non profuisse con-

(a) *Halesii Vegetable Statiks pag.* 227.

ſtet (a). Elegantiſſime hoc Thema explicuit Eruditiſſimus Richterus in Tractatu de vero fulminum loco natali.

§. 1549. Uſus Fulminis & Tonitru eſt, 1. Aerem ab exhalationibus ſulphureis, & oleoſis, ſuis inflammationibus purificare; exhalata incendio attenuando, mutando, ut animalium ſanitati & vitæ non noceant, ſed potius tum huic apta fiant, tum vegetationi plantarum; ideo pluvia, quæ tum temporis delabitur, combuſtaſque fulminis partes ſecum vehit, fertilior reliqua putatur. 2. Atmoſphæræ æſtum temperat Fulmen, ſemper enim obſervavi frigus paucis horis poſt fulmen fuiſſe ſecutum: antequam fulminat, ſemper effervefcit Aer, caletque: conſumto fulmine ſedatur effervefcentia, hinc frigus oritur: quamvis & hoc pendere quoque videatur a Spiritu nitri, in incendio nitri & ſulphuris producto.

CAP. XLI.

De Meteoris Aereis, ſive de Ventis.

1350. QUotieſcunque aliquis Aeris tractus cum ſenſibili nobis impetu ex loco, in quo erat, ad quendam alium movetur, *Ventum* facit. Quamobrem non male ab Antiquis dictus fuit, *Curſus Aeris incitatior*, *Aeris unda fluens*, *fluxus*, *effuſio*, *flumen*. (b).

Adeoque Ventus non tantum conſtat ex meris Vaporibus, aut Exhalationibus, vel ex quadam ſpecifica ſubſtantia, corporibus cæcis (c), anhelitibus Terræ frigidis (d), ab Aere diverſis; veluti opinati fuerunt multi Philoſophi; ſed eſt Atmoſphæræ pars cum omnibus contentis, ex loco in locum delata. Quodcunque igitur Aerem propellit, Ventum ſuſcitat: idcirco ſive Vapores, Exhalationes, vel quæcunque alia fuerint in Aere, & promoveantur, nihilominus ipſe quoque Aer mobiliſſimus, cui occurrunt, movebitur.

§. 1351. Si terrigena ſe in centro ſui horizontis poſitum concipiat, poterit Aer ſui reſpectu moveri ſurſum, deorſum, cum omnibus obliquitatibus, deinde horizontaliter cum infinite diverſis directionibus, veluti radii a centro

tro

(a) *L'Hiſt. de l'Acad. Roy. An.* 1719. (b) *Hippocrates L. de Flatibus. Seneca Lib.* 5. *Cap.* 6. *Q. nat.*

(c) *Lucretius L. I. V.* 2.78. (d) *Cicero Cap.* 6. *de Divin*

tro circuli ad omne punctum ambitus duci possunt: Venti proinde diversissimarum directionum dabuntur. Quemadmodum Mathematici peripheriam circuli in partium determinatum numerum partiti sunt, ita quoque ab illis plagæ Ventorum divisæ fuerunt, præcipue in Nautarum usum hodierni triginta duas plagas sufficere judicaverunt; cum Veterum nonnulli tantum posuerunt sex (a), alii octo, uti Andronicus Cyrrhestes; Aristoteles decem (b); cum Varrone alii duodecim (c), alii viginti quatuor (d), sed minus commode. Quandoquidem aliam divisionem hac ætate instituimus, antiqua nomina recentioribus Ventorum directionibus non conveniunt; quæ Kircherus tamen hisce accommodare studuit (e). Ne igitur de nomine oriatur controversia, nos pro nostris observationibus ad octo plagas potissimum attendimus, & appellamus. Ventum ab Occasu æquinoctiali afflantem *Favonium*, West: ab Occasu brumali *Africum*, Zuidwest: a Meridie adspirantem *Austrum*, Zuid: ab Oriente brumali *Eurum*, Zuidoost: ab Oriente Solstitiali *Aquilonem*, Noordoost: a Septemtrionibus *Septemtrionem*, Noord: ab Occasu Solstitiali *Corum*, Noordwest. Adeoque Ventos tanquam ex alio loco ad nostrum accedentes; plagam vero a nostro loco ad alium extendi, animo concipimus.

§. 1352. Venti commode dividuntur. 1. In generalem & constantem. 2. In anniversarios. 3. In Marinos & Terrestres. 4. In Liberos sive Vagos, quorum nullus stabilis cursus.

§. 1353. Ventus generalis inter Tropicum Cancri & Capricorni, aut parum latius, spirat supra Oceanum Atlanticum, Æthiopicum, Pacificum, & Indici partem. In aliis Terræ regionibus dantur venti anniversarii; inque iis, quæ extra Tropicos jacent, observantur venti liberi. Venti generalis historiam optime tradiderunt præstantissimus Hallejus (f), & Diampierius (g), quos hic ceu fidos duces sequemur.

§. 1354. In Oceano Atlantico & Æthiopico, inter utrumque Tropicum, vel parum ultra, per totum anni decursum spirat Subsolanus, ita tamen ut hic partim ex quadam Septentrionali plaga, illic ex Meridionali accedere videatur.

Nam

(a) *Strabo L.* 1. (b) *Lib.* 5. *c.* 16. (c) *Seneca q. n. L.* 5. *c.* 16.
(d) *Vitruvius L.* 1. *c.* 6. (e) *Ars Magnet.* L. 2. Par. VI.
(f) *Phil. Transf. N.* 183. (g) *Traité des Vents.*

Nam 1. Simulac Nautæ Insulas Canarias præternavigaverunt, circa gradum 28 latitudinis Boreæ experiuntur Aquilonem, qui raro multum ulterius ad Septemtrionem vergit, accedit tamen nonnullis temporibus propius ab Subsolanum.

2. Qui Insulas Caribas petunt, deprehendunt hunc Aquilonem propius ad Subsolanum vergere, quo magis Americæ appropinquant; ita ut interdum in verum Subsolanum abeat, imo tendentem ad Eurum, nihilominus sæpius aliquantulum ad Aquilonem vergit, placidiusque continuo spirat.

3. Hujus venti limites se latius ad littora Americæ, quam Africæ extendunt, cum in littoribus Americanis usque ad gradum 30 & 32 excurrant; idemque in Meridionalibus Americæ littoribus, latius Ventum generalem expertis, quam Promontorium Africæ, quod Bonæ Spei appellatur, observatur.

4. A latitudine Borea quatuor graduum usque ad 28 gradus latitudinis Australis semper spirat Eurus, accedens nonnunquam ad Subsolanum; verum prope Africam semper Australius, quam prope Brasiliæ littora spirat, quo enim magis ad hæc appropinquat, eo plus vertitur in Subsolanum.

5. Mutationem aliquam hi venti pro diversa anni tempestate subeunt, sequunturque Solem; nam Sole inter Tropicum Cancri & Æquatorem commorante, Aquilo spirans in parte Terræ Borea propius ad Subsolanum accedit; & Eurus, qui mare Æthiopicum perflat, tum magis ad Austrum accedit. Contra Sole hemisphærium Terræ Australe larga luce condiente, Aquilones in Oceano Atlantico Borealiores aliquantum evadunt; & Euri in Oceano Æthiopico magis ad Subsolanum vergunt.

6. Attamen hic notandum, circa littora Africæ, nempe Caffariam, Angolam, Biafaram spirare Austrum: & ad distantiam 100 leucarum a littoribus Guineæ, Eurum mutari in Austrum; propius ab hujus regionis littoribus, Austrum verti in Africum: circa littora Nigritaniæ Aquilonem verti in Corum.

7. Ad partem Æquatoris Boream, inter gradum quartum & decimum latitudinis, atque inter Meridianos, qui complectuntur Insulas Hesperides, plaga Oceani datur, in qua dominantur Fulmina, Imbres, Procellæ, Malaciæ, quæ omnia se subito excipiunt, flantibus sæpe simul ventis cum omni genere directionis.

§. 1355.

§. 1355. Hujus generalis venti causa Sol est, cujus actionem clare concipiemus, si primo illum versari in Æquatore fingamus. Cum recta alicui Æquatoris loco imminet, Aerem vehementer calefacit, rarefacit, ipsique majores vires inspirat: quaquaversum hinc ille se expandit, & sursum adscendens supra reliquam Atmosphæram prominet, & lateraliter ex lege gravitatis diffluit: hinc brevior continuo facta illa dimanans, calens, & rarefacta columna, viribus minoribus resistit vicinis columnis, quæ tum sua densitate & pondere, tum superpondio ex superius affluente Aere, ad medium calentemque Aerem se recipient: Interim Sol promovetur ab Ortu ad Occasum, vel Terra potius contrario motu, quod hoc in casu idem est, cum tantum ad Aerem, qui successive calescit, attendimus: adeoque datur plaga alicujus longitudinis, in qua ab Ortu versus Occasum Aer minoribus viribus resistit, quam qui ab utroque latere adstat premitque; quamobrem hic utrinque appressus ad locum minus resistentem, duplici directione feretur: ille scilicet, qui est in hemisphærio Terræ boreo, directione composita ex Orientali versus Occasum feretur, pro motu a tergo; & ex directione a Septentrione versus Æquatorem: ejusmodi composita directio ventum progignet Aquilonem: ille, qui est in hemisphærio Terræ Australi, feretur directione ab Ortu ad Occasum, & a latere directione ab Austro ad Æquatorem; hinc motus compositus fit, quo producitur ventus, qui Eurus appellatur. Quoniam Solis calefactio successive fit, nec cum vehementi subitaneoque impetu, ventus sic excitatus ab Ortu Occasum versus non impetuosus erit, & æquabili delatus tenore: Incipiet vero, ubi Aer, non a montibus, sylvis, aliisque obstaculis lateraliter affluere impeditur; adeoque incipiet ventus Orientalis in Oceani locis, aliquantum a littoribus remotis: veluti ad distantiam fere centum leucarum a littoribus Africæ observatur oriri. Simulac hic ventus incipit appropinquare ad littora Americæ, ipsius cursui montes resistunt; idcirco eo placidius illum spirare observant Nautæ, quo propiores Americæ sunt: hoc montium impedimentum efficit, ut paulum latius expandatur ad littora Americæ, quam quidem a parte Africæ inchoavit.

Comitemur jam Solem, hemisphærium Terræ boreum illuminantem, & cursum suum ab Æquatore ad Septemtrio-

triones inflectentem: tum Atmosphæra, Oceano Atlantico imminens, directe a Solis radiis calefacta, Subsolani causa fuisset; idcirco propter lateralem Aeris appulsum, qui spiraverat antea Aquilo, nunc paulo propius ad verum Subsolanum verget: Australiori autem Æthiopico Oceano imminens Aer, iamque frigidior, quam cum Sol in Æquatore versabatur, ideo quoque densior, majori impetu laterali feretur ad aerem calefactum, & motu magis Australi, qui facit, ut Eurus fere in Austrum vertatur.

A Tropico Cancri ad Æquatorem redeunte Sole, sensim Atlantici maris Aquilo orientalior, in verum Aquilonem vertetur, propter lateralem Aeris affluxum ad ea loca, quibus Sol recta imminet: & Auster Æthiopici Oceani pedetentim vertetur in Eurum; donec Sole peragrante hemisphærium Terræ Australe, Eurus màgis ad Subsolanum hic vergat: & Aquilo maris Atlantici aliquantum plus tendat ad Septemtrionem; quæ omnia adamussim cum observationibus præmissis congruunt.

Manet vero hic Ventus Orientalis intra Tropicum utrumque, vel ad paucos gradus ulterius exporrigitur, nempe ad latitudinem 28 vel 30 gr. utrimque ab Æquatore. Quia Sol modo perpendiculariter radios suos vibrat in Terras, Aeremque, intra ambos Tropicos jacentes, qui autem lateralis adjacet Aer ad 4 vel 5 gradus ulterius, sufficit ad implendum Aerem intermedium a Sole calefactum, cum extemplo a parte Atmosphæræ superiori recipiat Aerem influentem, restituentemque sua copia, quicquid alter se expandendo amiserat.

§. 1356. Difficilius affertur vera causa Ventorum Australium, qui juxta littora Caffariæ, Angolæ, & Biafaræ spirant: tum, quare non procul a Guinea Venti ad Occasum convertantur, mutati in Africos, veluti illi ad Nigritarum littora abeunt in Coros? forte hi oriuntur, quia solum Guineæ & Biafaræ admodum arenosum, vehementer a Sole incalescit, caloremque diu retinet, quamobrem Aer solo huic ferventi imminens, multum rarefit, adscendit, diffluit lateraliter in superficie Atmosphæræ: Aer lateralis, quique liberrime accedere potest ad eum, qui Guineæ & Biafaræ imminet, est ille, qui Oceano juxta littora Caffariæ, & Angolæ incumbit, qui ideo versus Guineam delatus, Austrum progignit: quo autem propius ad Biafaram accedit, eo plus ad hanc re-

gionem

gionem determinatur, mutatus in Africum. Pari modo pars Venti Orientalis in libero Oceano, non procul a Guinea, propter Aerem hujus regionis multo minus resistentem, invertitur, contraria directione pellitur Occasum versus, atque etiam mutatur in Africum. Nigritarum regio non habet solum a Guinea diversum, idcirco etiam Aer Oceani Atlantici versus hæc littora determinabitur, unde non Aquilo, sed Corus ab insula Palma ad littora Billedulgerid & Nigritarum flabit.

§. 1357. Meminimus quoque loci in Oceano Atlantico inter latitudinem boream 4 & 10 graduum, in quo malaciæ & procellæ: est hic, ubi inter Ventum generalem Orientalem, & inter Africum ad Guineam tendentem, datur æquilibrium, adeoque Aeris quies: nihilominus cum creberrima hic Fulmina & Tonitrua observentur, fundus Oceani magnam Bituminis, Sulphuris, & materiæ fulmineæ copiam in auras eructabit: quæ continuo effervescens & incensa, nunc Ventos in hanc plagam, mox versus aliam, imo ad qualemcunque spirantes, suscitabit; donec explosa materia iterum Aer ad tranquillitatem redeat.

Interim Nubes a Vento Generali deferuntur ad hunc locum, ut & simul aliæ ex Oceano Æthiopico elevatæ huc confluunt, propulsæ ab Africo; aliæ prognatæ in Oceano Atlantico, huc accumulantur a Coro: quare Nubes a Ventis his oppositarum directionum condensatæ, in Pluviam coguntur; quæ densissima tum fit, labiturque, cum fulmina Nubes vehementius adhuc conquassant, & in densas moles compingunt, quæ jam gravissimæ, nec amplius ab Aere sustentatæ, quasi agmine facto deorsum ruunt; atque ita imbres urceatim e cælo demitti videntur.

§. 1358. Circa littora Brasileæ quædam alia Anomalia observatur; quippe a mense Aprili, & inde aliquousque flat Africus: a Mense Septembri & deinceps flat Aquilo. Littora Americæ, quæ Australiora sunt quam Brasilia, multum inflectuntur Occasum versus: idcirco Ventus Auster, qui mense Aprili supra Oceanum Æthiopicum spirat, determinatur a littoribus Brasileæ, quibus coercetur, ita ut necessario mutetur in Africum. Mense Septembri autem Sol recta imminet Brasiliæ, ejusque solum valde calefacit, hoc Aerem, veluti in Guinea fieri dictum est §. 1356: quamobrem Aer ex frigidiori Terræ parte

Se-

Septemtrionali huc determinabitur, suscitabiturque Aquilo. Primaria hæc sunt, quæ ventum generalem hujus Oceani spectant.

§. 1359. Ex quibus opinamur satis manifesto sequi, ventum Orientalem non oriri propter motum Terræ circa suum axem volutæ, & Atmosphæram relinquentis, veluti a nonnullis creditum fuit. 1. Quia ventus generalis non est verus Subsolanus, sed Eurus vel Aquilo, cujus directio aliquantum mutatur pro vario Solis in Ecliptica loco. 2. Quia velocitas hujus venti multo minor est, quam Terræ circa axem motæ; quippe hic ventus celerior non est, quam ut intra unum M'. 8 vel 10 pedes percurrat, cum Æquator eodem tempore 1423 pedes perficiat. 3. Non relinquit Atmosphæra Terram in motu annuo circa Solem, verum pari velocitate utraque movetur; cur igitur Terra in motu diurno circa axim Atmosphæram relinqueret? hujus ratio nulla apparet. 4. Tum quoque in apicibus Montium ubivis Terrarum spiraret Subsolanus, qui non observatur. 5. Penitus ruit hæc opinio propter alios Ventos in Oceano Indico spirantes, de quibus mox agam.

§. 1360. In Oceano Pacifico regnat idem ventus generalis, quem in Oceano Atlantico & Æthiopico descripsimus: quippe supra hemisphærium Terræ boreum flat Aquilo, & supra Australe hemisphærium flat Eurus; uterque ventus etiam ad gradus 28 vel 30 utrimque ab Æquatore exporrigitur. Circa littora Americæ occidentalia tamen anomalia datur, flantibus hic ventis occidentalibus, quorum ratio a calefacto solo, Aerem rarefaciente, petenda est, pari prorsus modo, ac diximus in §. 1356.

§. 1361. In Oceano Indico major est ventorum varietas. Est enim in eo ventus generalis; sed præterea dantur venti periodici, qui sex mensibus quandam versus plagam delati, sex sequentibus mensibus quasi redeuntes, opposita directione feruntur; hi vocantur *Motiones* vel *Anniversarii*; Belgice *Moussons*. Omnes ita sunt comparati.

1. Inter latitudinem Australem 30 & 10 graduum, inter Insulam Divi Laurentii & Hollandiam novam semper spirat Eurus per totum anni decursum, qui tamen aliquando paulo propius ad Subsolanum accedit.

2. Inter gradum 2 & 10 latitudinis Australis, inter Javam, Sumatram, & Laurentii Insulam mensibus Majo, Ju-

Junio, Julio, Augusto, Septembri, Octobri spirat Eurus: verum a Novembri sex reliquis mensibus regnat Corus.

3. Inter Africæ littora Ajanæ, Arabiæ, Malabariæ; tum in sinu Bengalensi, super omnem hanc Oceani Indici partem usque ad Æquatorem ab Aprili ad Octobrim spirat Africus impetuosus, quem atræ pluviosæque Nubes & procellæ comitantur: ab Octobri reliquis mensibus usque ad Aprilim regnat Aquilo, lenior priori, cum cælo sereno: uterque Ventus, tum Africus, tum Aquilo placidius spirat in sinu Bengalensi, quam supra Mare Indicum.

4. Inter Zanguebariæ littora & insulam Divi Laurentii ab Octobri usque ad Majum datur Eurus: a Majo sequentibus sex mensibus flat Favonius: qui simulac ultra insulam Laurentii est progressus in liberum Mare Æquatorem versus, mutatur in Africum, parum divergentem ab Austro.

5. Inter littora Chinensia, Malaccam, Sumatram, Borneo, & insulas Philippinas, ab Aprili ad Octobrim Africus, parum declinans ab Austro, spirat: ab Octobri usque ad Aprilim spirat Aquilo, parum differens a Borea, imo flectitur in Boream & Corum inter Insulas Javam, Timor, Hollandiam novam & Guineam novam: quemadmodum Africi loco hic spirat Eurus, qui quasi a flexuoso situ Timor, Javæ, Sumatræ, Malaccæ, in Africum determinatur. Quotiescunque Motiones hæ invertuntur, stant in nonnullis locis quietæ, ac si Aer nesciret, quorsum se verteret, sed in aliis locis desinunt venti summo cum furore, illico in oppositos conversi.

§. 1362. Ventus Generalis Oceani Indici est idem ac explicuimus in §. 1350. Verum aliarum Motionum causam, ut nulli scrupuli supersint, afferre nondum potuerunt Philosophi: motiones videntur pendere a pluribus causis: a montibus, eorumque exhalationibus, quas statis temporibus exspirant, & quæ Aerem certis directionibus propellunt: tum a resoluta nive, & plurimarum aliarum rerum, hucusque incognitarum concursu: igitur hæc sapientiori sæculo relinquenda sunt. Videnturque Etesiæ sive Anniversarii aliarum Terrarum Venti (a) non bene intelligi, nec demonstrari posse, nisi oculati regionum inspectores & ae-

(a) *Varenii Georg. S. gr.* VI. *Cap.* XXI. *Memoires de Languedoc. part.* 2. *Ch.* VIII.

& accurati observatores fluminum, montium, marium, sylvarum, solutæque nivis fuerimus, nam ab his potissimum pendent causis.

§. 1363. In reliquis Terræ regionibus Liberi spirant Venti, qui nec tempus, nec periodum, nec plagam, nec impetum observant, sed quaquaversum diriguntur. Horum causa est omnis illa, quæ Atmosphæræ partem ex loco in locum movere potest: determinatio pendet a situ montium, sylvarum, aliorumque eminentium corporum, quæ allabentem Aerem determinant, ut certas versus plagas potissimum dirigatur. Idcirco Venti erunt singulares, propriique suis regionibus, nec cognoscendi, nec explicandi, nisi prius regio simul cum reliquis undique adjacentibus bene cognita & descripta fuerit. Observationes in Helvetia a Garcino, Norimbergæ a Doppelmajero, & nostræ in Belgio institutæ, docent, ventos eodem tempore diversos in his locis spirare, nisi procella quædam diuturnior regnaverit.

§. 1364. Septem fœderatarum Provinciarum solum est satis planum & æquabile absque montibus, nisi quod intervallo Milliarium duorum ab Ultrajecto Mons Amisfurtensis, sed exiguus & parum altus detur; plures tamen in ea Gelriæ parte, quæ Velavia appellatur, reperiuntur. Observationes Trajectinæ plurimorum annorum, tum in aliis fœderati Belgii provinciis captæ ostenderunt, utcunque determinatum esse anni spatio certorum Ventorum numerum; plurimos sibi addendo Annos, medium composui aliquem, ex quo Ventorum numerus cognoscetur, parum ablusurus a veritate: secundum hunc Ultrajecti spirat Septemtrio 42 diebus, Corus 33, Favonius 77, Africus 58, Auster 33, Eurus 26, Subsolanus 53. Aquilo 43. An non Favonii & Africi sunt adeo frequentes, quia Mare Germanicum respectu nostræ regionis ad occasum jacet, atque ita Aer mari huic imminens frigidior apprimetur ad calidiorem rarioremque, solo nostro incumbentem? an vero est pars Venti Generalis Aquilonaris, reflexi a littoribus Americæ Septemtrionalis, & opposita directione per fretum Morinum & supra Angliæ partem Australem afflantis? forte utraque causa obtinet.

§. 1365. Cur autem paucissimi apud nos Euri? an non quia solum nostrum humidius Germanico, jacente in hac plaga, & proinde admodum frigidum, multo minus calefit,

fit, quam Germanicum, unde Aer nostro solo imminens, etiam minus calescit, rarescitque, quam Aer, qui Terræ Australiori & ficciori incumbit: ideo non nisi raro Euri suscitabuntur & Austri; sæpius vero Boreæ, ex frigidissimis ad calidiores delati plagas.

§. 1366. Cur autem frequentissimi apud nos Subsolani spirant? hi semper frigent, etiamsi media æstate afflaverint, brumali tempore Aquam in glaciem cogunt, rarissime enim gelat, nisi Subsolanus spiraverit. Quoniam igitur Aer nostri plani soli calidior est illo, qui locis montosis Germaniæ incumbit, respectu nostri in plaga Orientali jacentibus, Aer ibi densior frigidiorque ad nostram regionem frequentissime apprimetur, Subsolanum suscitaturus. An potius erit pars Venti generalis? Cur rariores quoque Cori, adeo periculosi nostris aggeribus, an non, quia Scotiæ solum admodum montosum hos intercipit, unde, qui ad nos afflant, potissimum sunt Aquilones, qui in Scotiæ montes allapsi repercutiuntur ad nos? Vetus est traditio, Ventum illum 14 dierum spatio apud nos regnare, qui tempore Æquinoctii Verni spiraverit, in primis si fuerit Corus vel Boreas; accuratæ observationes Trajecti habitæ, commentum hoc esse, me docuerunt.

§. 1367. Causæ Ventorum liberorum sunt vel in ipsis Terræ visceribus, aut in superficie, vel in Atmosphæra, vel supra hanc. Terram ipsam magnam vim Aeris ejicere, & ex abdito spirare, testantur multæ observationes. De Senta Dalmatiæ, & de rupe in Cyrenaica provincia Plinius (a), & afferente Gilberto in Comitatu Britanniæ Denbigája, ex quibusdam cavernis sunt tam vehementes Ventorum eruptiones, ut injecta vestimenta pannique magna vi efflentur. Scheuchserus quamplurimas descripsit (b) cryptas Æolias, ex recessu Terrarum interiore Ventum exspirantes. Connor (c) prodidit de Cumanæ Sibyllæ antro in regno Neapolitano idem; tum de cavernis Bayæ, de fodinis aliquibus Germaniæ, de Salinis Cracoviæ. Est quoque prope Terni (d), & in Vesuvio (e), in Catalonia (f). Sed & Ventos ex imo maris adscendere & Aquam

(a) *L. 2. c. 45. Hist. Nat.*
(b) *Stoichelograph. Helvetic. p. 122. &c.*
(c) *Differt. Med. Phys. p. 33. art. 5.*
(d) *Kircheri Mund. Subt. L. 2.*
(e) *Misson. Itiner. T. 3.* (f) *Marca Hispanica L. 2. C. 22.*

Aquam perrumpere, erumpentesque abire in furentes Typhones alii testantur, veluti de Lacu Legnio Gassendus (a), de Vettero Sueciæ Lacu Mearnius (b), tum de Oceano Chinensi (c).

§. 1368. Causæ Ventorum ex cryptis Æoliis assurgentium possunt esse variæ. Concipiatur enim animo crypta instar ingentis ampullæ, capacissimi ventris, angustique colli; Aeris sit plena frigidi, hyemalis, densique: simulac igitur Atmosphæra supra Terram levior sit, extemplo Aer nunc minus pressus, ex Ventre ampullæ, sua elasticitate actus per collum erumpet, Ventumque refert sursum spirantem. Vel stillet Aqua, rivuli instar, per rimas terræ in cavam cryptam, multum Aeris aqua secum devehet, quo Ventum fortem, vix follibus majoribus imitandum, suscitare potest, uti quondam Hero probavit; hic deinde ex antri ore erumpere cogitur. Aqua in Terras Sulphureas, Martiales, sive Pyriticas inciderit in cryptis, illico gignetur calor, aqua in vaporem admodum elasticum vertetur, qui ex antro Aerem cum impetu expellit, & ipse apertum ad hos efflatus iter occupat, ac per cavernam in nostras sedes affertur: quemadmodum Aqua in Æolipila calefacta, sub Venti forma, ex tenui foramine erumpit. Ignis subterraneus, a qualicunque causa ortus, præstabit idem. Si aliquot cryptæ Æoliæ secum communicent, & suis quælibet sit instructa osculis, fieri nequit, quin vel altera recipiat Ventum ex Atmosphæra superiori, quem per totam cryptam ad os oppositum apertum deferat, vel alterum hoc os idem præstet. Causæ Ventorum, per Aquas erumpentium, sunt Terræmotus sub Aquis suscitati, qui ab effervescentiis & inflammationibus oriuntur, a quibus multum Fluidi elastici generatur, summo impetu sursum propulsi, quod ubi ex Aquæ superficie erupit, se nisu maximo expandet.

§. 1369. Ad Causas Ventorum, quæ in superficie Terræ sunt, referenda sunt omnia, quæ Aerem movere possunt: veluti sunt Undæ Marinæ, Fulmina, unde in ripis & littore semper Venti: tum Exhalationes & Vapores adscendentes ex Terra, Ignis excitatus, nivis & glaciei resolutio a Sole, & innumera alia.

§. 1370.

(a) *Vita Peirisci L. 5. p. 417.*
(b) *Philosoph. Trans. N. 289.*
(c) *Observat. Physiq. envoyée de Siam à l'Academie.*

§. 1370. Plurimi Venti a causis in ipsa Atmosphæra hærentibus suscitantur, quæ variis agere possunt modis. Præcipua causa consistit in Effervescentia Exhalationum variarum sibi occurrentium, aut Exhalationum cum Vaporibus permistione, atque inde orta effervescentia. Simulac enim duæ Exhalationes secum effervescunt, dilatabuntur, expansa majus spatium desiderabunt, Fluidum elasticum gignent, Aerem majori minorive celeritate propellent, pro diverso effervescentiæ impetu, & actione prognati elastici Fluidi; ideo semper Venti oriuntur, cum fulminat, tonatque. Quoniam Exhalationum varia copia nunc major, nunc minor secum permiscetur, & post unam permistionem tempus elabitur, antequam altera permistio fiat, Ventus inde oriundus nunc incitatior, mox lenior spirabit, interrupto iterum impetu, violentius mox ex quiete surrecturus; veluti de omni libero Vento observatur, qui æquabili tenore nunquam duorum Minutorum spatio spirat, sed viribus diversis: idque eo magis obtinet, quo validior fuerit. Si Exhalationes paucæ fuerint, ut Aerem non reddant opacum, plerumque mitiores fiunt Venti: si vero sua copia Nubes densas formaverint, progignunt impetuosiores Ventos; ideo plures Venti tempore nubilo, quam sereno observantur. Sunt Nubes, quæ cum omni humido effervescunt; hæ Ventos generant, super quæcunque loca transiverint; dantur hæ sæpe æstate, cælo ceteroquin sereno, atque a Nautis e longinquo distinguuntur. Sic vero quaquaversum rueret Aer, veluti frequenter etiam fit; sed potissimum eo incumbit, quo liberior exitus invitat, & loci laxitas, tum magna & patens area. Sunt nubes atræ sæpe causa Ecnephiæ, qui in mari Æthiopico, & in promontorio Africæ extimo, Guinea, Lowango, Guardafu, vehementer furere nonnunquam observatus est (a).

§. 1371. Sæpius tum in hisce, tum in præcedentibus mentionem fecimus effervescentiæ, quæ in Aere contingit; ne quis de veritate dubitet, pauca tantum pericula capiat, ut convincatur, nihil quod actu non contingit, nos assumsisse. Ponatur enim phiala aperta, in qua Spiritus Salis Ammoniaci, evolabit aliquid, magis olfactu, quam visu distinguendum; idem erit, si nitri Spiritus pari examinetur modo. Verum utramque phialam juxta se

(a) *Varenii Geogr. Sect.* VI. *c.* XXI. §. X.

ponamus; jam Exhalationes ſibi occurrentes in Aere conſpicuam effervescentiam, Nubemque excitabunt. Tradit eximius Haleſius (a), ſe ad minerale Vitriolicum affudiſſe Spiritum Nitri, effervescentia hinc orta eſt, qua ſedata & Aere jam pellucente, admiſſus fuit novus Aer, illico renaſcebatur effervescentia, unde Aer factus turbidus & rubicundus; repetique hoc aliquoties potuit eodem cum ſucceſſu. Idem obſervare datur in phiala, in qua Limatura ferri cum Nitri Spiritu fuit, aut in recipiente, in quo Vapor Aquæ fortis manſit; poſtquam Pyriti affuſa fuerat.

§. 1372. Supra Atmoſphæram cauſæ Ventum excitantes, ſunt Sol & Luna, qui ſua gravitate eam atrrahendo, motum Aeri inducunt perpetuum, qualem Oceano, æſtum marinum progignendo: eſt tamen in Atmoſphæra, propter Aeris raritatem, æſtus admodum exiguus. Sol inſuper calore ſuo Aerem rarefacit, eo vehementius, quo radiis pluribus magiſque perpendicularibus in ipſum egerit; adeoque propter Nubes, Solis radios hinc inde intercipientes, Aer ejuſdem regionis non æque calefactus, nec rarefactus erit, quod Ventos neceſſario producet, cum Lex æquilibrii liquorum, æqualem actionem in Fluidis poſtulet, ut quieſcant: ideo Aer maxime a Sole rarefactus pelletur ad Aerem ſub Nubibus interdiu, noctu contra Aer infra Nubes ſe ad alium, a frigore ſuperveniente condenſatum, recipiet.

§. 1373. Ventus lenis raro iter longum conficit: verum validior & aliquandiu durans per vaſtum cæli ſpatium vaſiſſe obſervatus fuit, & percurriſſe Britanniam, totam Germaniam, & Helvetiam, & forte quidem ulteriores regiones, quemadmodum ex obſervationibus Scheuchſeri & Derhami comparatis conſtitit (a): attamen Ventus, qui in una regione vehementius ſpiraverat, longe mitior in aliis fuit.

§. 1374. Ventorum liberorum velocitas admodum differt; illi, qui tanta moventur rapiditate, ut arbores ſylvaſque convellant, obſervante Mariotto, intra horæ minutum ſecundum 32 pedes Pariſinos percurrebant. Verum ex obſervationibus accuratioribus Derhami colligitur (c), Ventos impetuoſiſſimos tanta rapiditate promotos fuiſſe, ut

(a) *Append. ad Hæmaſtatic. Exper.* 3.
(b) *Philoſ. Tranſ. N.* 311. (c) *Philoſ. Tranſ. N.* 313.

ut 66 pedes Britannicos Minuto secundo, & 45 Milliaria Britannica horæ spatio absolverint. Hi quidem furibundi sunt, & tantarum virium, ut lapideam statuam 12 pedes altam, 5 latam, 2 crassam diffregerint, integrasque sylvas prostraverint (a). Sunt autem alii venti adeo tardi, ut equitem non præcurrant: alii, qui modice celeres, tantum 10 Milliaria Britannica horæ spatio absolvunt. Verum multo plura de Ventis restant dicenda: quomodo eorum cognitio comparanda sit, clarissimo & inimitabili exemplo magnus Verulamius in Historia Ventorum docuit, qua in Physica vix aliquid magis absolutum hucusque prostat.

§. 1375. Usus Ventorum est magnus; 1. ut Aer, in quo vivimus, & qui nostris Exhalationibus inquinatur, removeatur, everratur, aliusque purior in ejus locum succedat, qui vitalis est tracturis, tum ut assidua vexatione utilis reddatur: si enim Aer pigrescit, præcipue Æstate, crescit in vitium, oriuntur ubivis Terrarum contagiosi morbi & pestis, veluti post Hippocratem (b) multi Medici memoriæ prodiderunt.

2. Venti Aerem a calore Solis tostum temperant & reficiunt; ita ut regiones, quæ habitari non possent, habitabiles evadant: ita in Indiis Orientalibus & Occidentalibus Venti Marini spirant interdiu; Terreni vesperi, sua aura reficientes & refrigerantes Aera, Terram, Aquas. In nostris regionibus Æstate plures perirent Messores, nisi Vento reficerentur, quo silente nonnunquam lethalis est æstus (c). Idcirco ventus a mensium ferventissimorum gravitate nos defendit.

3. Venti calorem & frigus ex una regione in alteram transferunt, hinc apud nos Auster calorem, Boreas frigus adducit.

4. Qui sicci sunt Venti, exsiccant humida quæcunque, quo modo mortalibus egregie in plurimis occasionibus opitulantur: qui humidi sunt, irrigant pedetentim exsiccata, penetrando in poros corporum, nec hi sua utilitate destituuntur.

5. Nubes ex Vaporibus Oceani formatas deferunt venti per Aerem ad quaslibet regiones, ut imbres Ter-

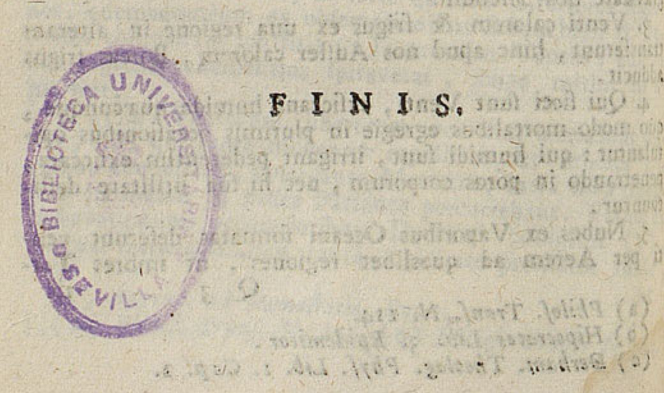
(a) *Philos. Trans. N.* 114.
(b) *Hipocrates Lib.* 3. *Epidemicor.*
(c) *Derham. Theolog. Phys. Lib.* 1. *Cap.* 2.

ris subministrent, quibus omnes plantæ crescunt, vigent, vivunt. Sed & venti nimios imbres compescunt; nam modo adducunt Nubes, modo diducunt, ut per totum orbem pluviæ dividi possint. Pari modo Exhalationes, quas exspiravit Terra, deferunt ad varias regiones, quibus Aer impurus averrucatur, & ea, quæ ad vegetationem lætiorem conferre aliquid possunt, non in uno tantum manent loco, sed pluribus fiunt communia.

6. Dedit Deus Ventos ad ulteriora noscenda; fuisset enim imperitum Animal, & sine magna experientia rerum Homo, si circumscriberetur natalis soli fine: dedit igitur Deus Ventos, ut navigiorum cursibus suppeditarentur omnes undique ad vitam copiæ, plurimisque maritimis rebus frueremur, ut universo generi humano res pulcherrimæ, in remotissimis natæ regionibus, communes fierent; ut omnibus inter se populis commercium foret, quo gentes dissipatas locis misceret, atque ita liberalissimi Conditoris potentia, sapientia, & munificentia innotesceret.

7. Venti Aquas Oceani, Paludum, Lacuum, fossarum, movent, ne stagnando putrescant.

8. Ventorum ope Machinæ plurimæ moventur, Molæ agitantur, quibus labori mortalium ingenti cum emolumento & solatio succurrunt. Ecquis omnia enumerare posset? in his facile prolixiores, quam hujus Compendii scopus est, evaderemus.

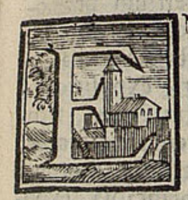


FINIS.

DE
REBUS CŒLESTIBUS
TRACTATUS.

De Hac Rerum Cælestium Tractatione

AD LECTOREM.



N tandem Cl. Muſſchenbroeckii Phyſicæ Elementa magis adhuc aucta & illuſtrata novam noſtrorum typorum lucem vident: verum etſi rerum, quas complectuntur, præſtantia, methodo, judicandi ἀκριβείᾳ commendari ea plurimum debeant, vel ex eo tamen mutila jure viderentur, ſi præſtantiſſimam Phyſicæ partem, quæ eſt de rebus Cæleſtibus, intactam præterirent. Quotus enim quiſque eſt, qui rerum naturalium, earumque cauſarum contemplatione excitatus, non id potiſſimum ſcire cupiat, quo tot Cæleſtium corporum natura conſiſtat, quibus de cauſis eorum ordinatiſſimi motus, ſingulaque phænomena fiant, quibus adeo quotidie percellimur, ut in eorum explicatione *inſatiabilis quædam ineſſe videatur voluptas*? Iis ſane ſpectandis, contemplandiſque vel ipſa natura erecto capite nos efformavit, ut inde ſummam Supremi Numinis Majeſtatem, Sapientiam, Omnipotentiam in tam admirandis operibus perſpicientes, ad ejus obſequium & amorem impenſius excitaremur: *nihil enim*, ut apte ait Tullius, *poteſt eſſe tam apertum, tam perſpicuum cum Cælum ſuſpeximus, cæleſtiaque contemplati ſumus, quam eſſe aliquod Numen præſtantiſſimæ Mentis, quo hæc reguntur*.

Ea de cauſa in prima horum Phyſicæ Elementorum editione, quæ anno 1745. Neapoli prodiit ex typis Petri Palumbi, Cl. Jacobi s'Graveſande *de Mundi Syſtemate* tractatus acceſſit, ne vid. tirones noſtri, quorum commodo unice proſpicimus, aliunde Cæleſtium rerum tractationem conquirere cogerentur. Verum utut is tractatus brevitate & rerum ubertate ſcopo noſtro ſatisfacere tum videbatur, facto tamen ipſo conſtitit tiro-

num

num captui parum apte quandoque in eo se gerere Auctorem, & ob nimium, quod affectat compendium, in obscuritatem juventuti inimicam, sæpissime declinare, ut rerum Cælestium vel prima rudimenta, quæ tantum hic dare animus est, nec quidem clare nitideque inde haurirent tirones nostri. Quamobrem priorem hujus Tractatus partem, quæ historicam Cælestium phænomenorum narrationem potissimum complectitur, in nova hac editione, qua adjectis notis, auctariis, qua interna textus ipsius mutatione & uberiori expositione, ubi opus esse videbatur, auximus, illustravimus, tironumque captui & utilitati accommodatiorem reddidimus. Altera vero ejusdem tractatus pars Cælestium motuum causas secundum Cl. Isaaci Newtoni principia exponens, pauca tantum immutata habet; uberiori enim nostra explicatione ibi opus non esse rati sumus. Qui in Geometricis disciplinis, paulo ultra Elementa sunt progressi, ad ea intelligenda, quæ ibidem tradit Auctor, sine ulteriori expositione apti sunt; qui vero vel nullam, vel nimium elementarem earundem disciplinarum cognitionem habent, quacunque data uberiori declaratione ne quidem ad intelligendam apti redduntur. Quibus ergo cum præclarissimis Mathematicis disciplinis parum commercii est, auctor sum, ut secundam tractatus hujus partem intactam pretereant, solius Planetarii systematis historica narratione, quę prima parte datur, contenti. Plura in eadem secunda hujus tractatus parte habet s'Gravesandius, quæ uberius & clarius exposita sunt a Musschenbroekio in Physicæ Elementis, adjectisque adnotationibus; hinc ea consulto prætermisimus, ne idem repetere inutiliter videremur; ita caput XII. hujus tractatus de Vacuo & Materia Cælesti ex integro omisimus, quod nihil contineat clarius & fusius non expositum cap. 3. horum Physicæ Elementorum. Illius loco ex Davidis Gregorii *Astronomia Physica & Geometrica* expositam rejectamque adjecimus Physicam cælestem, seu causam & rationem a Cartesio & Leibnitio excogitatam, cur Planetæ in Orbibus suis constantissime deferantur; quod ejus nullam 'sGrave-

san-

sandius mentionem faciat, juvetque tirones nostros inde discere, quid intersit inter Physicam mere hypotheticam iis Auctoribus, eorumque admiratoribus maxime deamatam, & eam, quæ phænomenis, indubiisque naturæ legibus innititur, quæque Newtono potissimum referri debet accepta.

Id demum hic tirones in antecessum monere oportet, Auctorem scil. hujus tractatus capite 13. telluris motum cum circa seipsam, tum circa Solem, pluribus argumentis adstruere conari; quibus sane argumentis, uti & ceteris, quæ a Copernicanis ea de re afferri solent, etsi non exigua probabilitatis vis inesse videatur, ἀποδεικτικῶς tamen ea rem conficere temere adfirmaretur, Hugenio, Newtono, Gregory, aliisque præclarissimis Astronomis judicibus, quorum testimonia videsis in celeberrimo Niewentytii opere *l'Existence de Dieu* c.7. l. 3. Contra Sacræ Scripturæ, quas divino afflante spiritu exaratas, nullique adeo vel levissimo errori obnoxias agnoscimus, & veneramur, litterali & proprio sensu intellectæ, Telluris immobilitatem, Solis vero motum, manifestissime asserunt. *Sol oritur* (Eccles. c. 1. v. 5. & 6.) *& occidit, & in locum suum revertitur, ibique renascens gyrat per meridiem, & flectitur ad Aquilonem.... & in circulos suos revertitur*. Josue cap. 10. v. 12. & seqq. *Sol contra Gabaon ne movearis, & Luna contra vallem Ajalon; steteruntque Sol & Luna, donec ulcisceretur se Gens de inimicis suis... stetit itaque Sol in medio Cæli, & non festinavit occumbere spatio unius diei*. Psal. 92. *firmavit orbem terræ, qui non commovebitur*; & psalmo 103. *Deus fundavit terram super stabilitatem suam*. Hæc aliaque similia Sacrarum Scripturarum loca quin Solis motum circa quiescentem tellurem sensu obvio & litterali afferant, nemo sui compos hæsitabit: sed a litterali Sacrarum Scripturarum sensu (quod communiter docent Concilia, Patres, Theologi universi) nisi evidens ratio contrarium suadeat, recedere fas non est. Donec ergo Copernicani evidentissima suæ sententiæ argumenta non protulerint, quemadmodum reapse nunquam attulerunt,

runt, citra temeritatis notam nequit Christianus Philosophus eorum adhærere sententiæ. Nihilominus nil vetat quominus Solis quietem, & Telluris motum, ut hypothesim Cælestibus phænomenis explicandis aptissimam hic usurpemus, quemadmodum in Catholicorum Academiis communiter adhiberi solet, idque Cardinalium Fidei Inquisitorum decreto Ann. 1620. licitum est.



DE



DE MUNDI SYSTEMATE

PARS PRIMA.

CAPUT I.

Idea Generalis Systematis Planetarii.

§. 1. Patium nullis Limitibus terminari posse, qui attente consideraverit, vix inficias ire poterit, supremam omnipotentem Intelligentiam, quam Terricolis arcto in Campo demonstravit, Sapientiam ubique manifestam fecisse. Quem hic arctum dico campum, in immensum captum nostrum superat; arctum tamen cum Spatio infinito collatum.

Tellus nostra cum sexdecim aliis Corporibus, (non plura novimus) in determinato Spatio movetur; non ultra determinatos Limites a se mutuo recedunt, neque ad se mutuo accedunt hæc Corpora; & immutatis Legibus Motus horum subjiciuntur.

DEFINITIO I.

§. 2. Congeries hæc septemdecim Corporum vocatur *Systema Planetarium*.

Circa

Circa hæc ſola fere tota verſatur ars Aſtronomica ; de his etiam præcipue acturus ſum in hoc Libro ; reliqua Univerſum conſtituentia Corpora nimium a nobis diſtant, ita ut horum Motus, ſi moventur, a nobis obſervari nequeant. Inter hæc nobis ſenſibilia ſunt ſola lucida, & quidem inſigniora tantum, aut quæ a nobis ceteris minus diſtant : etiam illorum, quæ Teleſcopio deteguntur, plurima Oculo inermi viſibilia non ſunt. (1)

DE-

(1) Spatium nullis limitibus definitum, quod cap. 3. horum Elementorum reapſe dari demonſtratum eſt, Divinæ Sapientiæ, Omnipotentiæ, Bonitatis infinitæ ampliſſimum nobis exhibet theatrum, cum per id tot fulgentia corpora longiſſimis a ſe invicem remota intervallis, definitiſque legibus & periodis agitata, diſſeminari contemplamur.

Eorum alia proprio micant lumine, ſuntque totidem ignis, luciſque perennis fontes, *Stellæ fixæ*, vel *inerrantes* communiter dictæ, ob eundem ſitum quem inter ſe, ad ſenſum ſaltem, ſervant. Hæc inter corpora fulgore & magnitudine ſua omnium maxime Sol excellit, non quod reliquæ fixæ Solis magnitudini & luci multum cedant, cum & eſſe poſſint eo majores fulgentioreſque ; ſed quod Terra a reliquis omnibus ſtellis fixis immenſo intervallo abſit, in Solis vero vicinia verſetur, ingens illud magnitudinis apparentis, & lucis diſcrimen oritur. Qui fixam aliquam ex eo intervallo, quo nos Solem, aſpiceret, Solem noſtro per omnia ſimilem intueretur ; tum ſi Spectator a noſtro Sole tam remotus, quam nos ab aliqua fixa, Solem aſpiceret, eum dubio procul Stellis annumeraret. Eſt igitur Solis ceterarumque fixarum eadem natura & conditio.

Sed & alia quoque dantur in Cælo, ſeu immenſo ſpatio corpora, diverſæ omnino a fixis naturæ. Hæc etſi, ut illæ, in Cælo fulgent, propria tamen luce id non præſtant, ſed a Sole mutuata, reflexaque inde ad oculos uſque noſtros. Quod ab his emittitur lumen, obſcurius eſt quam pro ratione magnitudinis ſuæ, parum ſcintillans, variis quoque viciſſitudinibus obnoxium ; quod argumento eſt id eis nativum non eſſe, ſed a Sole non aliter, ac Terræ lux diurna, communicatum, reflexumque. Sed & in eo hæc corpora a ſtellis fixis diſcriminantur etiam, quod non, quemadmodum illæ, eundem conſtanter ſitum ſervant ; ſed cum ab iiſdem fixis nunc recedendo, nunc ad eas accedendo, varie earum reſpectu ſitum mutant ; tum a ſeipſis quoque varie diſcedentes, & quandoque ſubito in contraria converſo motu, quandoque veluti hæſitantes, neque porro, neque retro ſe moventes, irregulariter ferri, & veluti errare videntur. Hinc Planetarum nomen conceſſum eis eſt a græco πλάνηται, quod *erronem* ſeu *vagabundum* ſignificat ; quod ſervatum deinceps eſt, tametſi temporis progreſſu compertum fuerit illos ipſos putatitios errones certis & immutabilibus coerceri legibus, e quibus multo labore plurium ſæculorum decurſu inveſtigatis, poteſt hodie ſingulorum Planetarum in Cælo locus, eorundemque ad invicem ſitus definiri in futuros non ſolum dies, ſed etiam menſes & annos.

De fixarum numero porro edicendum erit. Ad Planetas quod ſpectat, ab antiquis uſque temporibus Tellus noſtra in eorum cenſu eſt relata, a pluribus ſaltem, inſignioribuſque Philoſophis. Omnium præterea Philoſophorum conſenſu in eodem numero habita eſt Luna, perpetuus Telluris comes, tum Mercurius, Venus, Mars, Juppiter, & Saturnus ; præter quæ ſe-

DEFINITIO 2.

§. 3. Corpora hæc omnia dicuntur *Stellæ fixæ*.

septem Planetarum corpora, alia non cognovit antiquitas. Sed cum primum sæculo decimo sexto inventi sunt Tubi Optici, modo recensitis Planetis & alii additi sunt, accuratissimis præclarissimorum Astronomorum, iisque sæpius repetitis, confirmatisque observationibus detecti. Galilæus imprimis quatuor deprehendit ad Jovem spectantes Planetas, quem scilicet perpetuo sectarentur, *Jovis Satellites*, vel *Secundarii*, vel *Lunæ* idcirco dicti, quos in honorem Cosmi Medicei Magni Etruriæ Ducis *Medicea Sydera* idem Galilæus cognominavit. Saturnum quoque quinque comitibus Planetis perpetuo stipari, ejusdem Telescopii beneficio detectum est; quorum qui ordine quartus, Hugenii observationibus debetur, quatuor reliquos Dominicus Cassini primus detexit: quamvis vel unum, vel plures adhuc latere Saturni comites non sine ratione suspicatur idem Hugenius. Reliqui tres Planetæ Mercurius, Venus, Mars satellitio destituuntur, quantum scilicet ex hactenus institutis observationibus colligi datur.

Errones itaque, seu Planetæ hactenus cogniti sexdecim sunt. Horum sex, scilicet Mercurius, Venus, Tellus, Mars, Juppiter, & Saturnus *Primarii* dicuntur, ut a reliquis secernantur Planetis, qui Tellurem, Jovem, Saturnum perpetuo comitantes, eorum *Secundarii* & *Satellites* dicuntur. Sexdecim præterea hæc cælestia corpora cum ad Solem pertineant, & referantur, non modo ob Solaris lucis variam, quam subeunt actionem, dierum, noctium, tempestatumque vicissitudines inducentem, verum etiam ob centripetam vim, qua ad Solem veluti centrum perpetuo trahuntur, & in orbitis suis retinentur, invaluit ut horum septemdecim corporum congeries, unius scil. Solis, & sexdecim Planetarum, *Systema Planetarium* diceretur.

Sunt vero Stellæ fixæ, uti diximus, totidem Soles nostro similes, & immensis intervallis ab invicem dissiti; quamobrem Divinæ Sapientiæ minime congruum videretur, si ejusmodi innumera lucentia corpora solitarie condita, nullaque juxta posita fuissent corpora, quæ horum luce & calore foverentur; nihil enim frustra & inutiliter a Deo creatum adfirmari potest. Verosimile idcirco videtur singulas stellas, instar nostri Solis, suo quoque Planetarum comitatu cingi, totidemque inde systemata dari, Solari nostro similia, quot sunt in Cælo fixæ, quarum quævis idem in suo systemate munus obeat, quod in Solari nostro Sol. Hac certe ratione quam admirabilis & magnifica hinc nobis datur amplitudinis mundanæ idea! fitque mundus amplissimum Divinæ Sapientiæ, Omnipotentiæ, Bonitatis, & Gloriæ infinitæ theatrum: præsertim si spectaverimus singulos Planetas telluris instar, viventium, & rationabilium Creaturarum, quod valde est verosimile, sedem esse & habitaculum.

De Planetis sane nostrum Solare systema componentibus, id vix dubitari posse videtur, si telluris nostræ & ceterorum Planetarum similitudinem & analogiam animo revolvamus. In naturalium quippe rerum inquisitione plurimi jure faciunt Philosophi id argumentum, quod ex analogiis, & similitudinibus deducitur, quemadmodum in superioribus auctariis pluries est observatum. Et quidem si dissecti canis viscera, cor, pulmones, venas, arterias, ceterasque partes inspiciamus, vix dubita-

Fixæ vocantur, quia eundem Situm inter se sensibiliter servant; circa hæc peculiaria quædam, in sequentibus memoranda erunt.

§. 4.

vimus consimilem partium structuram varietatem in bove, porco, ceterisque brutis inesse. Simili ratione ex tellure Planetarum uno, quem coram adspicimus, de reliquis, quos nunquam vidimus, recte conjecturam facimus; non enim major inter ea animalia bruta intercedit similitudo, quam nostram tellurem inter & cetera Planetarum corpora, sive inter se mutuo, sive relate ad Solem systematis centrum spectentur. Quod vero ad Planetas spectat reliquarum fixarum systemata componentes, ex eorundem systematum cum nostro hoc Solari analogia, eandem quoque illorum ac nostrorum Planetarum rationem esse dubitare vix possumus: nec quidem alteri usui tam innumera & ingentia systemata condita esse intelligimus præter eum, ut viventium, & rationalium Creaturarum sedes innumeræ constituerentur; ex quo Dei O. M. Sapientia, Bonitas, Omnipotentia, ceteraque attributa majorem nanciscuntur lucem & gloriam. Ceterum Planetarum incolas jam agnovere Veteres; & Metrodorus apud Plutarchum (*de plac. Philos. c. 5.*) affirmat haud minus absurdum esse in infinito spatio mundum unicum collocare, quam in amplissimo campo unicam solummodo spicam nasci, adfirmare. Eandem sententiam multis rationibus propugnat Cardinalis Cusanus, Vir gravis, & doctus, quam deinde Neoterici fere omnes adoptarunt, & imprimis R. P. Castellus e Societate Jesu.

Ita vero innumeris constitutis Cœlestium corporum systematibus, unum modo nobis speciali ratione spectandum, de eoque disquirendum est, Solare scil., cum id tantum ad nos terricolas, utpote ejus partes pertineat, deque eo tantum observationibus, & his innixis theoriis quicquam certi adfirmari, & doceri potest. Cetera vero cum immensum a nobis distent, oculorumque aciem, utut opticis instrumentis adjutam fugiant, nil certi & explorati unquam de iis definire poterunt homines, nisi conjectura & analogia ex nostro Solari systemate derivata.

Nostrum autem hoc Solare systema quale sit, jam Auctori indicatum est, fusiusque in sequentibus declaratur. Scilicet Sol in centro systematis fixus, & immotus jacet; tum circa Solem sunt planetarum orbitæ, hoc ordine, scil. Mercurii, Veneris, & Telluris; huic additur Lunæ via, quippe quæ suo motu tellurem perpetuo comitatur, & cingit; sequuntur, Martis, Jovis, ac Saturni orbitæ ampliori semita Solem cingentes. Cum porro detecti fuissent, quatuor Jovis, & quinque Saturni satellites, horum quoque ratio habita est a recentioribus hujus systematis patronis, additis scil. Jovi & Saturno suorum secundariorum orbitis, quam secum in motu suo circa Solem ferrent, quemadmodum Tellus in suo circa Solem motu, Lunam, ejusque orbitam secum vehit. Porro ad immensam, & non infinitam modo ab his Planetis distantiam collocantur stellæ fixæ, quas nonnulli in eadem sphærica superficie, & in eadem a Sole distantia positas autumarunt, cum aliis e contrario nullo ordine in immenso infinito spatio ubique eas sparsas esse probabilius visum fuerit.

Copernicanum hoc systema communiter appellatur, quod scilicet Nicolaus Copernicus ex vetustissima Pythagoreorum, aliorumque veterum Philosophantium sententia in lucem revocaverit, idque 30. annorum labore, & studio illustraverit, perfecerit: Illud deinde Neoterici fere omnes amplexi

§. 4. Quod autem Systema Planetarium spectat; In hoc septemdecim dari Corpora diximus; omnia sunt sphærica. Tom. II. R (1).

plexi sunt, imprimis Galilæus, Gassendus, Newtonus; qui postremus per summam in Geometria peritiam, maximamque in observationibus comparandis diligentiam, adeo novis legibus auxit, perfecit, ut nil accuratius, nil simplicius excogitari posse videatur, nilque demum quod majorem præclarissimorum Virorum adprobationem, commendationemque nactum fuerit.

Sed duo alia breviter indicanda hic sunt Mundi systemata, Ptolematicum scilicet, & Tychonicum in Scholis maxime celebrata. Primum antiquissimum est, Aristoteli imprimis, & universæ ejus Scholæ deamatum, quod porro Ptolemaicum dictum est a Claudio Ptolemæo, qui secundo Christi seculo id maxime illustravit, & auxit.

In hoc systemate Tellus nostra in Universi centro fixa & immobilis jacet; reliqua vero Cælestia corpora circa illam veluti centrum statis temporibus circumferri ponuntur. Et imprimis quidem Luna ceterorum Planetarum telluri proxima: hanc subsequuntur Mercurius, & Venus, deinde Sol, tum Mars, Juppiter, & Saturnus: succedit porro Firmamentum, seu sphæra stellarum fixarum. Sphæris solidis singula hæc corpora infixa esse, & cum iis moveri ponuntur, atque adeo octo ejusmodi sphæræ statuuntur; septem scilicet pro recensitis corporibus, Luna, Mercurio, Venere, Marte, Jove, Saturno, & octava Telluri concentrica, stellarum fixarum. His octo tres aliæ superiores sphæræ additæ sunt; duæ *Crystallinæ* vocatæ, quibus hujus systematis patroni explicant, nescio quem, *trepidationis*, aut *librationis* motum, quem in stellis fixis se deprehendisse existimabant; & tertia sphærarum ultima Universum ambiens, & *Primum Mobile* vocata, cujus scilicet diurna vertigine ceteræ inferiores sphæræ ab Ortu in Occasum 24 horarum intervallo convertuntur. Atque hæc est Ptolemaici systematis summa. Singula enim, quæ ut Cælestibus phænomenis satisfiat, commenta, additaque porro in eo sunt, minutatim exponere, nec vacat, nec utile est; præsertim cum adeo sint inconcinna, adeo obviis observationibus, clarissimisque argumentis repugnantia, ut conclamatum modo ubique illud sit systema, ipseque Alphonsus Castellæ, & Legionis Rex reapse mundum ita operose dispositum reputans, uti ex Ptolemæi libris hauserat, temperare haud se potuerit, quominus audacter, dementissimeque adfirmaret, se melioris simplicioris que Mundanæ structuræ Deo Auctorem futurum fuisse, si eidem in Mundi conditu adfuisset.

Alterum Mundi systema dicitur Tychonicum a Tychone Braheo nobili Dano, celeberrimoque Astronomo efformatum, atque ex Ptolemaico, & Copernicano simul congestum. Terram is constituit cum Ptolemaicis in systematis centro, omnino immobilem, circa hanc ad modicam distantiam revolvi Lunam, & ad multo majorem Solem; ad omnium maximam vero circa eandem terram inerrantia sydera, seu firmamentum converti; etsi poro aliis ex hoc Philosophorum grege fixas in locis suis immobiles hærere positum sit, substituta pro earum motu, quem adparentem tantum esse contendunt, telluris revolutione circa suum axem ab Occasu in Ortum viginti quatuor horarum intervallo, uti in Copernicano. Præterea circa Solem, tanquam Satellites, reliqui Planetæ moveri ponuntur, hoc ordine, Mercurius, Venus, Mars, Juppiter cum suis quatuor satellitibus, denique Saturnus cum quinque suis secundariis.

Quibus Copernicanum systema, ut S. Script. & S. Patribus parum consonum, rejicitur, systema vero Ptolemai-

(1). Unicum proprio Lumine lucet; reliqua ſunt opaca, & mutuato Lumine viſibilia ſunt. Sol eſt Corpus illud lucidum, & omnium in Syſtemate Planetario longe maximum; in hujus medio quieſcit, ſaltem exiguo Motu tantum agitatur.

DEFINITIO 3.

§. 5. Reliqua ſexdecim vocantur *Planetæ*.

Hi in duas claſſes dividuntur; ſex dicuntur Planetæ primarii; decem vocantur Planetæ ſecundarii. Quando de Planetis, nulla adjecta diſtinctione, loquimur, primarios intelligimus. Primarii Planetæ Motibus ſuis Solem cingunt, & ad diverſas ab hoc Diſtantias, in Curvis in ſe redeuntibus,

maicum, ut ſatis operoſum, & inconcinnum, innumeriſque ſcatens difficultatibus improbatur, hoc Tychonicum in deliciis eſt; in eoque contendunt ejus Patroni nullo negotio univerſa Cœlorum phænomena explicari, nilque contineri naturæ legibus diſſonum. Ceterum Auctor noſter Copernicano adhæret, cujus partes ſingulas in ſequentibus fuſius exponit, quatenus tamen novis recentiorum Aſtronomorum, & Clar. Newtoni potiſſimum obſervationibus, conatibuſque id actum perfectumque eſt. Sed quemadmodum Scripturæ auctoritas nos vetat, quo minus id, ut verum Mundi ſyſtema habeamus, libenter, tamen ut reliquorum ſimpliciſſimum, elegantiſſimum, nulliſque difficultatibus obnoxium agnoſcimus; idque propterea in Cæleſtium phænomenorum explicatione, ut hypotheſis ſaltem, adhiberi poſſe, quemadmodum Cardinalium fidei Inquiſitorum decreto anno 1620. lato licitum eſt.

(1) Sunt ſphærica, vel ſphæroidea, quemadmodum c. XVIII. hujus tractatus demonſtrat Auctor, elevatis ſcil. partibus verſus Æquatorem, & depreſſis tantiſper polaribus, ob motum circa proprium axem, ſecundum Cl. Newtoni ratiocinia, quemadmodum in Tellure noſtra obtinere recentiores Gallorum obſervationes probant. At Planetarum ſphæricam, vel ſphæroideam figuram non geometricam & accuratam, ſed imperfectam, & ad ſenſum tantum intelligimus. Quemadmodum enim in Telluris ſuperficie aliqua reapſe datur montium & Vallium inæqualitas, utut perexigua, ſi cum tellure integra conferatur; ita probabile eſt reliquorum quoque Planetarum ſuperficies variis inæqualitatibus, noſtros montes & valles referentibus, obſitas eſſe. De Luna aſperata & inæquali ſuperficie ambigit nemo, poſtquam tubo Optico obſervatum eſt eam creſcentem, vel decreſcentem in tenebroſa facie puncta aliqua exhibere Solis luce illuſtrata, eaque non multum a lucis confinio remota: ea quippe puncta præaltorum montium cuſpides ſunt, quæ ob majorem, quam habent præ reliquis vicinis locis, altitudinem, citius a Sole illuſtrantur, ſeriuſque ab ejus lumine ſubducuntur. Multæ quoque nigricantes maculæ in parte illuminata conſpiciuntur, quæ aliud nil ſunt præter ingentes cavernas, quas cum oblique Sol irradiat, ſua luce earum tantum externum limbum attingit, profundiores partes obſcuras relinquens; & aſcendente porro Sole uſque ad earum cavitatum verticale punctum, earundem umbræ magis magiſque ſe comprimunt, breviorefque evadunt, donec penitus evaneſcant.

tibus, feruntur. Planeta secundarius circa Primarium revolvitur, & hunc in Motu suo circa Solem comitatur.

§. 6. Planetæ in Motibus suis Lineas Ellipticas, a Circulis non admodum differentes, describunt (1). Et singulæ Lineæ hæ fixæ sunt, saltem, nisi post longum Tempus, exigua in situ mutatio observatur.

Ita singulorum Planetarum primariorum Orbitæ disponuntur, ut Focorum alter cadat in Centro Solis; si Ellipsis A B *a b* (*Tab.* 2. *Fig.* 1.) repræsentet Orbitam Planetæ, Centrum Solis est F.

DEFINITIO 4.

§. 7. Distantia inter Centrum Solis & Centrum Orbitæ, vocatur Planetæ Excentricitas: ut F C.

§. 8. In singulis Revolutionibus Planeta semel ad Solem accedit, & semel ab hoc recedit; daturque ad distantiam omnium maximam in extremitate *a* Axeos majoris Orbitæ; & ad distantiam omnium minimam in extremitate opposita A.

DEFINITIO 5.

§. 9. Distantia Planetæ a Sole vocatur Media, quæ æqualiter cum maxima & minima differt.

Ad hanc datur Planeta in extremitatibus B, *b*, Axeos minoris; estque tum ejus distantia æqualis FB, vel *f* B,

 idest,

(1) Ante Keplerum communis Astronomorum opinio fuit, Planetas singulos totidem circulos æquabili motu circa Solem describere, quem extra eorundem circulorum centrum in determinata ab eo distantia statuebant. At Magnus Keplerus Tychonis Brahei observationibus innixus extra omnem dubitationis aleam posuit figuram Orbitæ planetariæ esse Ellipsim Apollonianam, motumque Planetæ in hac curva non æquabiliter fieri, sed pro sua majori vel minori a Sole distantia, intendi, & remitti. Sententiam hanc Newtonus, ceterique porro Astronomi tenuere, quod repetitis observationibus eam satis confirmari, calculoque adhibitam Planetarum motui accurate respondere deprehenderint. Novam nihilominus curvam imaginatus est Dominicus Cassini, quam singuli Planetæ in suis circa Solem revolutionibus describerent. Scilicet cum in Ellipsi Apolloniana (*Tab.* 1. *Astron. Fig.* 1.) summa rectarum F B, *f B* ex focis F, *f* inclinatarum ad quodvis curvæ punctum B, axem majorem A *a* adæquet; Cassini curva ejusmodi habet puncta F, *f*, ut ex his inclinatarum F B, *f* B ad quodvis curvæ punctum B, rectangulum, constans sit semper, & ejusdem ubique magnitudinis, ubicunque punctum B sumatur. Verum nova hæc Cassini hypothesis nullos nacta est sectatores, & quod minus accurata visa sit, & quod minus operose in altera hypothesi curvæ Ellipticæ, Cælestium motuum theoria deducatur.

ideſt, ſemiaxi majori AC; & eſt media arithmetica inter maximam & minimam Planetæ a Sole diſtantiam.

DEFINITIO 6.

§. 10. Punctum Orbitæ, in quo Planeta a Sole maxime diſtat, vocatur *Aphelium*. Ut *a*.

DEFINITIO 7.

§. 11. Punctum Orbitæ, in quo Planeta minime a Sole diſtat, vocatur *Perihelium*. Ut A.

DEFINITIO 8.

§. 12. Nomine communi Puncta hæc vocantur *Auges*, ſeu *Apſides*. Punctum quidem A *ima apſis*, punctum *a ſumma apſis*.

DEFINITIO 9.

§. 13. Linea, quæ Apſides conjungit, id eſt, Axis major Orbitæ, vocatur *Linea Apſidum*.

§. 14. Orbita unaquæque in Plano datur, quod per Centrum Solis tranſit.

DEFINITIO 10.

§. 15. Planum Orbitæ Telluris vocatur *Planum Eclipticæ*. Hoc quaquaverſum continuatum concipitur; & ad ſitum Planorum reliquarum Orbitarum, reſpectu hujus, attendunt Aſtronomi.

DEFINITIO 11.

§. 16. Puncta, in quibus Orbitæ ſecant Planum Eclipticæ, vocantur *Nodi*.

DEFINITIO 12.

§. 17. Linea, quæ jungit Orbitæ cujuſcumque Nodos, id eſt, communis Sectio Plani Orbitæ, cum Plano Eclipticæ, vocatur *Linea Nodorum*.

§. 18. Planeta non æquali celeritate in omnibus Punctis Orbitæ ſuæ fertur. Quo minus a Sole diſtat, eo celerius movetur; & Tempora, in quibus Arcus varii Orbitæ percurruntur, ſunt inter ſe ut Areæ, lineis ad Centrum Solis ductis, determinatæ. Arcus AB & D*d* (*Tab.* 2. *Fig.* 1.) per-

percurruntur in Temporibus, quæ ſunt inter ſe, ut Areæ Triangulorum mixtorum AFB, DF*d* (1).

(1) Planeta ſcilicet in Ellipſeos perimetro fertur, non quidem æquabili motu, ſed ea ratione, ut radius a centro Solis ad Planetam ductus, & angulari motu latus aream Ellipticam deſcribat tempori proportionalem; veluti ſi Planeta ex A data temporis particula perveniat ad G radio ſuo aream A F G deſcribens, tum cum eſt in *a* moveatur uſque ad *d*, ſitque modo deſcripta area *a* F *d* areæ A F G æqualis, arcus A G, *a d* æqualibus temporibus percurrentur; hi, ut patet, ſunt inæquales, & major A G verſus Perihelium, minor *ad* verſus Aphelium; moveturque adeo Planeta majori velocitate in Perihelio, quam in Aphelio. Initio motus arcus æquali tempore deſcripti ſunt in reciproca diſtantiarum a Sole diſtantia; quæ enim tum areæ peragrantur, ſpectari poſſunt veluti duo æqualia triangula rectangula, quorum baſes ſunt arcus deſcripti, qui propterea, ut ex Elementis Euclidis colligitur, ſunt inter ſe reciproce, ut eorundem triangulorum altitudines, ſeu reciproce, ut diſtantiæ a Sole. Quod ſi area AFG dupla vel tripla fuerit areæ *a* F *d*, vel aliam quamvis habuerit rationem, in hac eadem erunt tempora, quibus arcus A G, *a d* deſcribuntur. Sagaciſſimo Keplero hæc motus lex deprehenſa primum eſt, obſervationibuſque poſteriorum quoque Aſtronomorum confirmata, cui ceteri fere omnes ſubſcripſere, cum alia nulla ſit, quæ accuratius phænomenis ſatisfaciat. Eaque locum habet nedum in motibus Planetarum primariorum circa Solem, ſed ſecundariorum quoque motus reſpicit circa ſuos primarios, veluti Lunæ circa Terram, Jovialium Planetarum circa Jovem, & Saturniorum circa Saturnum.

Hac poſita motus Planetarum lege determinari poteſt Planetæ locus ad datum tempus, ex quo ſcil. Aphelium reliquit, quod ex præcipuis eſt Aſtronomiæ problema. Nempe ita dividatur area Elliptica recta F d, ut fiat integrum Planetæ tempus periodicum, ſeu tempus, quod in integra ſua revolutione inſumit, ad tempus datum, ita totius Ellipſeos area ad aream F *a d*; & erit *d* locus Planetæ quæſitus. Qua vero ratione ita ſecari poſſit area Elliptica tradiderunt Geometræ, de qua modo non diſquirimus.

Celeberrimi Aſtronomi Iſmael Bullialdus, Sethus Wardus, Comes Paganus paullulum Keplerianam motus Planetarum legem immutarunt. Cum Keplero ſiquidem ii poſuerunt in orbitis Ellipticis Planetas circa Solem moveri, in alterutro focorum poſitum; ſed arearum circa eundem Solem deſcriptionem, quæ temporibus ſint proportionales, improbarunt, maluueruntque ita quemvis Planetam circa Solem in umbilico uno conſtitutum moveri, ut radio ducto ad umbilicum alterum areas deſcriberet temporibus proportionales. Ejuſmodi excogitatum, utut parum rei naturæ & obſervationibus conſonum, in Aſtronomia ſuum vindicat locum, quod parum a Kepleriana arearum æquabili deſcriptione abludat, Planetarumque orbitæ non ſint admodum excentricæ, & ad circulum maxime accedant; hinc in ea hypotheſi determinari quoque poſſunt quam proxime Planetarum loca, quæ repetitis calculis ſemper poterunt ad accuratiores menſuras revocari. Communiter tamen Aſtronomi theoriam Keplerianam ad unguem cum cælo conſentientem in computo uſurpant.

Cum Planetarum motus æquabilis non ſit, uti vidimus, ſuborta eſt *velocitatis mediæ* conſideratio, cujus nomine ejuſmodi velocitatem intelligunt Aſtronomi, qua ſi Planeta ſemper æquabili motu progrederetur,

§. 19. Omnes Planetæ eandem partem versus feruntur. Horum Motus in Orbitis suis, est contrarius Motui, quem quotidie in omnibus Corporibus cælestibus observamus, scil. ab ortu in occasum, quo in uno die circa Tellurem circumferri videntur, de quo in sequentibus.

DEFINITIO 13.

§. 20. Motus, qualis est Planetarum in Orbitis dicitur *in consequentia*, & *Directus*.

DEFINITIO 14.

§. 21. Motus contrarius *in antecedentia* vocatur aliquando etiam *Retrogradus*.

§. 22. Quo a Sole magis removentur Planetæ, eo in Orbitis lentius feruntur; ita ut Tempora periodica magis distantium majora sint, & ex majori Orbita percursa, & ex lentiori Motu. Confer ea, quæ superiori adnotatione ad §. 18. dicta sunt.

DEFINITIO 15.

§. 23. *Axis Planetæ* dicitur Linea, quæ per Centrum Planetæ transit, & circa quam hicce rotatur.

§. 24. *Planetæ*, saltem plerique, *& Sol ipse*, *circa Axes revolvuntur*: duo dantur, circa quos, hujus respectu, Observationes instituere non licuit, qui hoc Motu probabiliter non destituuntur. Motus hic conspirat cum Motu Planetarum in Orbitis, id est, est *in consequentia* (1). Axes ipsi Motu parallelo feruntur, ita ut singula Axeos Pla-

---

tur, eodem temporis intervallo orbitam describeret, quo reapse motu variabili describit. Et quemadmodum quivis Planeta bis in singulis revolutionibus mediam suam distantiam attingit, ita bis etiam cum media velocitate incedit; semel scilicet cum ab apside summa ad imam descendit, iterumque cum ab ima ad summam regreditur. Orbitæ vero locum, præcise ubi Planeta media velocitate movetur, geometrice Astronomi definiunt, de quo non est hic disquirendi locus.

(1) Solis superficiem maculis quibusdam majori vel minori ejus parte identidem obtegi, quæ deinde augeantur, vel minuantur & dissipentur, omnium primus Telescopii beneficio detexit Galilæus Galilæi, quas postea accuratius observavit Scheinerus, qui magnum de iis edidit volumen. Quæ sit earum origo non facile potest definiri ob incompertam Solis naturam: probabile tamen est ejus corpus metalli liquefacti instar scorias quasdam quandoque egerere, quæ sub macularum specie nobis exhibentur. Macularum magnitudo varia est, earumque nonnul-

Planetæ Puncta Lineas æquales, & similes, describant (1).

R 4 DE-

nullæ aliquando videntur, quæ non tantum Asiam, aut Africam, sed totius telluris superficiem latitudine superant. Fieri potest, ut tanta sit ejusmodi macularum eodem tempore productarum copia, & vis, ut inter se coagmentatæ totum fere Solis globum tegant; quæ causa fuisse videtur, quare Sol quandoque, uti narrant Historici, per integrum annum subpallidus visus fuerit, caloremque debilem emiserit. Cumque similis sit Solis, & ceterarum fixarum conditio & natura, a simili causa ortum fuisse facile intelligimus, quod interdum stellæ aliquæ novæ veteribus ignotæ, fuerint animadversæ, aut si nonnullæ stellæ veteribus observatæ, nunc frustra quærantur in Cælo.

Ex harum macularum Solarium observato motu, collegerunt Astronomi, Solem circa seipsum rotari spatio dierum ferme vigintisex. Hæ enim maculæ ab Orientali Solis margine versus medium progredi videntur, deinde ulterius provectæ, in opposito Occidentali margine occultantur; quæ postquam in adversa Solis parte, per dies circiter tredecim delituerunt, in Orientali margine rursus apparent, integramque adeo revolutionem viginti sex vel 27 dierum intervallo conficiunt. Ex eodem præterea macularum motu, collegerunt Astronomi, Solaris revolutionis axem neque perpendicularem esse ad Eclipticæ planum, neque cum eo congruere, sed ad idem inclinari sub angulo 87 graduum ex una parte, 93 ex altera.

Quod si fulgentissimum Solare corpus obscuris maculis fœdatur, quis dubitabit Planetarum opaca corpora nævis carere, seu maculis, quibus eorum facies aspergantur? Lunæ quidem maculæ adeo sunt manifestæ, ut oculis ipsis conspiciantur; Telescopi vero beneficio in Jove, Marte, & Venere, maculæ cuivis in conspectum veniunt. Ex harum macularum observato motu, innotuit Astronomis eos planetas, circa suos axes rotari, simili scilicet ratione, qua Solarem vertiginem collegerunt. Hinc etiam innotuit eorumdem revolutionis periodus, & quæ axium ad planum Eclipticæ sit inclinatio; quæ Auctor noster in sequentibus definit.

Mercurium & Saturnum circa suos axes revolvi, observationibus nondum compertum est. Mercurius siquidem tam Soli propinquus est, tantaque luce nobis se spectandum præbet, ut observationes non admittat, quibus ejus maculæ dignoscantur, quibusque ejusdem circa suum axem motus deprehendatur. Saturnus vero ob maximam a nobis præ reliquis Planetis distantiam, earumdem macularum aspectum ex oculis nostris subripit. Verosimile nihilominus est, Mercurium & Saturnum, reliquorum Planetarum instar circa axes suos quoque revolvi; in ejusmodi enim rerum naturalium disquisitione plurium valere ex similitudine, & ex rebus visis ad non visas petitum argumentum, jam dictum ratumque est.

(1) Hoc est, si ducatur linea quævis axi Planetæ parallela in quocumque ejus orbitæ situ, eidem parallela semper manebit in omnibus aliis orbitæ punctis, in quibus fuerit Planeta; qui idcirco axis, versus eamdem Cæli plagam perpetuo dirigetur. Si Planetæ non alius motus, præter progressivum in orbita sua concedatur, facile intelligitur singulas ejus diametros parallelas sibi manere semper, cum Planeta in orbita circumfertur. Quod si modo circa unum ex his diametris (quæ idcirco nunc sit axis) motum Planetæ imprimi ponamus, reliquæ quidem diametri, præter axem, situs suos indesinenter mutabunt; sed axis per eam rotationem e statu priori non turbatur, adeoque parallelus, ut prius, sibi semper manebit.

DEFINITIO 16.

§. 25. Axeos extremitates dicuntur Planetæ *Poli*.

§. 26. Planetarum a Sole Diſtantias ſatis accurate inter ſe conferunt Aſtronomi: ita ut totius Syſtematis ideam habeamus. Orbium Dimenſiones in hoc Schemate repræſentantur, in quo Puncta N, N (*Tab.* 1. *Fig.* 1.), ſingulorum Orbium Nodos deſignant. Nondum tamen hujus Syſtematis Dimenſiones, cum ulla Menſura nobis nota in Superficie Telluris, conferre poſſumus; obſervationes enim, circa talem collationem inſtitutas, erroris expertes eſſe, Aſtronomus non aſſeret.

§. 27. Ut autem variæ Syſtematis partes inter ſe conferantur, ponimus mediam Telluris a Sole Diſtantiam, dividi in 1000. partes æquales, quæ, in menſurandis reliquis Dimenſionibus, adhibentur.

Sol in medio Syſtematis, ut ante dictum, exiguo Motu agitatur, circa Axem revolvitur in Tempore 25 $\frac{1}{2}$ Dierum: & Axis ad Planum Eclipticæ inclinatur, efficiens Angulum 87 gr. 30′.

Planetarum omnium minime a Sole diſtat Mercurius ☿. Hujus Diſtantia media a Sole eſt 387: Excentricitas eſt 80: Inclinatio Orbitæ, id eſt, Angulus, quem Planum Orbitæ cum Plano Eclipticæ efficit, eſt 6 gr. 52′: In Tempore 87 Dierum, 23 Horar. 15′, 38″ Revolutionem circa Solem peragit.

Inſequitur Venus ♀; cujus Diſtantia media a Sole eſt 723; Excentricitas 5: Inclinatio Orbitæ 3 gr. 23′: Tempus periodicum 224 Dier., 14. Hor. 48. 20″: Circa Axem rotatur in Tempore 24 Dier. & 8 Hor. Axis cum Plano Eclipticæ efficit Ang. 15. aut 20. gr.

Planeta tertius ordine a Sole, eſt Tellus noſtra ♁. Hujus Diſtantia media a Sole eſt 1000: Excentricitas 16, aut 17 quam proxime. In ipſo Plano Eclipticæ movetur. Tempus periodicum, aut Annus periodicus, eſt 365 Dier., 6 Hor. 9′ 14″; ſuperat hic Annum tropicum cap. 9. exponendum 20′, 17″: Circa Axem in Tempore 23 Hor.; 56′ 4″. revolvitur: Axis cum Plano Eclipticæ efficit Angulum 66 Gr. 31.

Mars ♂ a Sole in media Diſtantia removetur 1524: Excentricitas eſt 141: Inclinatio Orbitæ 1 Gr. 52′: Tempus

pus periodicum 686 Dier., 22. Hor. 29″: Circa Axem Revolutionem peragit in 24. Hor. 40′.

Jupiter ♃ Planetarum maximus, a Sole distat media Remotione 5201: Excentricitas 250: Inclinatio Orbitæ 1. Gr. 20′: Tempus periodicum 4332. Dier., 12 Hor. 20′. 9″: Circa Axem revolvitur in 9 Hor. 56′.

Saturni ♄ Planetarum remotissimi a Sole Distantia media est 9538: Excentricitas 547: Orbitæ Inclinatio 2 Gr. 30: Tempus periodicum 10759 Dier., 6. Hor. 36′. Hic Annulo circumdatur, qui Planetam non tangit, & hunc nunquam deserit: nisi adhibito Telescopio visibilis non est (1).

§. 28.

---

(1) Saturnus Planetarum postremus tot variis admirandisque formis, Astronomis Telescopio spectantibus conspiciendum se præbuit, ut hi tantæ varietatis causæ maxime soliciti, eam tandem detexerint. Hugenius exquisitioribus Telescopiis, quam antea usi fuerant Astronomi, Saturnum adgressus, tres potissimum phases in eo detexit (videsis ejus systema Saturninum). Imprimis anno 1659. a die 16. Januarii, usque ad 17. Junii Saturnum conspexit *rotundum*, sed qui transversa linea ceteris disci partibus paulo obscuriore per medium discum divideretur. Eodem anno die 13. Octobtis, illum vidit *brachiatum*, instructum nempe duobus brachiis, recta utrinque extensis, prope limbum Saturni latioribus, & minus intensa luce, quam versus extremas cuspides lucentibus, fascia obscuriore paulo infra brachiorum lineam comparente. Tandem anno 1657. die 17. Decembris, *ansatum* vidit, brachia prope discum adaperta, ac bifida habentem, linea obscura versus inferiora ulterius promota; quas ansas latius adhuc patentes a die 10. Novembris An. 1658. usque ad 26. Martii Anni 1659. omnium distinctissime conspexit, intra quas etiam & fixas intuebatur. Ante Hugenium alia plura observationum veluti monstra de Saturno referebantur, veluti quæ habet Hevelius in opusculo, *de Saturni nativa facie*: sed ea ostendit Hugenius tuborum imperfectioni deberi. Tandem ex observationibus suis collegit Vir Clarissimus, Saturnum cingi annulo tenui, plano, ab ejus corpore distante, fornicis instar, ad Eclipticam inclinato. Annuli hujus diameter plusquam dupla est diametri Saturni: tanta est ejus latitudo, ut pars circiter media spatii ab extima ejus superficie, ad Saturnum usque ab annuli corpore occupetur, reliquo spatio vacuo manente. Atque hinc phasium omnium & phænomenorum, quæ in Saturno observabantur, rationem facile derivavit Vir Cl. Ostenderuntque porro Cassinus, Maraldus in Monumentis Reg. Scientiarum Parisiensis Acad. Ann. 1713., 1716., Saturni phases tales reapse se habere, quales ex sua Theoria prædixerat Hugenius.

Materiam hujus annuli eandem esse, ac quæ Cometarum caudas componit, conjicit Cl. Maupertuisius. Ea scilicet caudarum materia, Cometa prope Saturnum transeunte, majori ipsius Saturni attractioni cedens, ibidem ad annulum efformandum sistitur, duplici scilicet donata vi, projectionis una ex Cometæ corpore, & altera centripeta versus Saturnum. Ad hunc vero potius, quam ad reliquos Planetas ea attrahitur Cometarum materia, quod in majore a Sole distantia, adeoque lentiori motu, in Saturni vicinia tum versentur Cometæ, viresque adeo Saturni attractrices diuturniores

§. 28. Data Diſtantia media, addendo Excentricitatem, detegitur maxima Diſtantia; ſubtracta vero Excentricitate ex media Diſtantia, determinatur Diſtantia minima (1).

§. 29. Tres Planetæ, Mars, Jupiter, & Saturnus, qui ultra Tellurem a Sole removentur, dicuntur *ſuperiores*. *Inferiores* Planetæ vocantur Venus, & Mercurius.

§. 30. Inter primarios Planetas tres ſecundariis ſtipantur. Circa Saturnum quinque Planetæ, Satellites dicti, moventur: Circa Jovem quatuor: Circa Tellurem unus, Luna nempe. Planetæ ſecundarii, Luna excepta, nudis Oculis non deteguntur.

§. 31. Satellites circa Primarios deſcribunt Areas, Lineis ad Centra Primariorum ductis, Temporibus proportionales; ut reſpectu Centri Solis de Primariis dictum.

§. 32. Luna circa Tellurem in Ellipſi movetur, cujus Focorum alterum occupat Telluris Centrum, a quo Lunæ Diſtantia media eſt Semi diametrorum Telluris $60 \frac{1}{2}$. Excentricitas mutationi obnoxia eſt, media eſt Semi-diametrorum $3 \frac{1}{3}$. Planum Orbitæ cum Plano Eclipticæ, efficit Angulum circiter 5 Gr.; ſed non conſtans eſt hæc Inclinatio.

§. 33. In Motu Lunæ circa Tellurem, non Motu parallelo feruntur, neque Linea Apſidum, neque Linea Nodorum; ſed hæc in antecedentia, illa in conſequentia feruntur:

---

res ſubeunt; quæ & efficaciores quoque redduntur, non modo ob ingens ipſius Saturni corpus, ſed & ob quinque Satellitum, quibus perpetuo ſtipatur, conſpirantes attractrices vires. Videſis Maupertuiſii *diſcours ſur les differentes Figures des Aſtres c.* 8. Verum hæc mera eſt conjectura non levibus obnoxia difficultatibus. Cur enim, ſi in ceteris Planetis Satellito deſtitutis, in Jove ſaltem quid ſimile non obſervatur? Tum & is annulus frequentibus mutationibus obnoxius eſſe deberet, vel alii de novo ſimiles annuli circa Saturnum efformari ad ſingulorum Cometarum acceſſus, ob eandem rationem, qua primum ex Cometarum caudis, hic qui conſpicitur, efformatus fingitur. De obſcuriſſima ergo re nil definiamus, divinamque potius Majeſtatem, Sapientiam, & Potentiam ſuſpiciamus.

(1) Pendet id ex notiſſima Ellipſis proprietate, ſummam ſcil. rectarum, quæ ex quovis puncto ad focos inclinantur, axi majori æqualem eſſe. Sunt autem ex puncto (*Fig.* 1 *Tab.* 2. *Aſtronom.*) B mediam Planetæ diſtantiam notante, ductæ rectæ B F, B*f* ad focos F, *f*, inter ſe æquales; æquales item ſunt AC, *a* C: ergo exiſtente ſumma priorum æquali poſteriorum ſummæ, erit FB æqualis A C vel *a* C; atque idcirco ſi diſtantiæ mediæ F B, vel *a* C addatur excentricitas F C, erit ſumma æqualis F *a*, ſeu maximæ diſtantiæ; contra ſi ab A C excentricitatem F C demas, reliqua A B erit æqualis minimæ diſtantiæ.

tur: prima in 9 circiter Annis revolutionem peragit; secunda in 19 circiter annis. Lunæ Tempus periodicum circa Tellurem eſt 27 Dierum, & 7 Hor. 43'. circiter; & exactiſſime in eodem Tempore circa Axem rotatur.

§. 34. Planetarum circumjovialium (*Tab.* 1. *Fig.* 2.) primus, ſeu intimus, a Jovis Centro diſtat Diametro Jovis $2\frac{1}{6}$: circa Jovem circumvolvitur in uno Die, 18 Hor. 27'. 34''.

Secundi Diſtantia eſt Diametrorum Jovis $4\frac{1}{2}$: Tempus periodicum 3 Dier., 13 Hor. 13', 42''.

Tertii Diſtantia eſt $7\frac{1}{6}$ Diam.: Tempus periodicum 7 Dier., 3 Hor. 42'. 36''.

Quartus diſtat $12\frac{2}{3}$ Diam.: Revolvitur in Tempore 16 Dier., 16 Hor. 32'. 9''.

§. 35. Primus ſeu intimus Saturni Satelles (*Tab.* 1. *Fig.* 3.), a Centro Saturni diſtat $\frac{19}{20}$ Diam. Annuli: Tempus periodicum 1 Diei, 21 Hor. 18'. 27''.

Secundi Diſtantia eſt Diam. Ann. $1\frac{1}{4}$: Tempus periodicum 2 Dier., 17 Hor. 41'. 22''.

Tertii Diſtantia eſt $1\frac{3}{4}$ Diam. Ann.: Tempus periodicum 4 Dier., 12 Hor. 25'. 12''.

Quarti Diſtantia 4 Diam. Ann.: Tempus periodicum 15 Dier., 22 Hor. 41'. 14''.

Quinti Diſtantia 12 Diam. Ann.: Tempus periodicum 79 Dier., 7 Hor. 48'. 00''.

De Motu horum, ut & Jovialium Satellitum, circa Axes, nil certi huc uſque ex Obſervationibus Aſtronomicis determinari poteſt.

§. 36. Si ad Diſtantias & Tempora periodica Planetarum attendamus, hanc Regulam in noſtro Syſtemate, ubicunque plurima Corpora circa idem Punctum revolvuntur, id eſt, circa Solem, Saturnum, & Jovem, obtinere videmus: *Quadrata Temporum periodicorum eſſe inter ſe, ut Cubi Diſtantiarum mediarum a Centro.*

§. 37. Dimenſionum ipſorum Corporum in noſtro Syſtemate,

mate, ideam damus in Fig. 4. (*Tab.* 1. *Fig.* 4.), in qua omnes Planetæ primarii, ut & Saturni Annulus, ſecundum dimenſiones ſuas, delineantur. Sol, cujus magnitudo omnes alias excedit, repræſentatur Circulo maximo Fig. 1. id eſt, Figuram terminante. Hæ Dimenſiones ſatis exacte Proportiones Corporum inter ſe exhibent, ſi Tellurem excipiamus, quæ, ex ratione jam tradita, cum ceteris Corporibus ita conferri non poteſt, ut de errore dubium nullum ſuperſit.

§. 38. Menſuratur tamen Telluris Diameter, & eſt 3389940 Perticarum, quarum ſingulæ continent 12 Pedes Rhenolandicos; ſed licet inter ſe, & cum Solis Diametro, conferantur ceterorum Planetarum Diametri, quot Pedes hæ contineant, niſi poſt, in Tempore opportuno, inſtituendas Obſervationes, determinari non poterit (1).

§. 39. Inter Corpora, Syſtema Planetarium componentia, ſola Luna cum Tellure confertur; hujus Diameter eſt ad Lunæ Diametrum, ut 73 ad 20.

§. 40. Planetæ ſecundarii reliqui ab Aſtronomis non menſurantur, quoſdam tamen magnitudine Tellurem excedere, in dubium vix vocari poteſt.

§. 41. Præter Corpora huc uſque memorata, in Syſtemate planetario, quædam alia identidem videntur, quæ ad Solem accedunt, deinde ab hoc recedunt, & inviſibilia fiunt; *Cometæ* dicuntur. Hi plerumque caudati apparent, & Cauda ſemper a Sole averſa datur. In Motu ſuo deſcribunt Areas, Lineis ad Centrum Solis ductis, Temporibus proportionales, ut de Planetis dictum. Cometas probabile eſt, in Orbitis ellipticis admodum excentricis moveri; itaut inviſibiles ſint, quando a Sole remotiorem

---

(1) Ex Copernicana Aſtronomia habemus tantum, quam rationem Planetarum omnium a Sole intervalla inter ſe obtineant. Niſi vero alicujus eorum, puta Telluris a Sole diſtantia in notis menſuris detur, reliquorum diametros, magnitudinem, intervalla in notis menſuris fruſtra quæremus: contra cognita Telluris a Sole diſtantia, ea omnia per regulam auream erui facile poterunt. Pendet autem Telluris diſtantiæ a Sole menſura a Solaris parallaxeos determinatione, quod idcirco problema nobiliſſimum habitum ſemper eſt, veterum & recentiorum Aſtronomorum variis methodis adgreſſum & reſolutum, de quibus inſtituti ratio non patitur hic agere. Fatendum tamen eſt cum noſtro Auctore eas praxes & methodos, utut accurate inſtituantur, ejuſmodi tamen non eſſe, ut de aliquo errore nullum ſuperſit dubium. Placet nihilominus in noſtrorum tironum gratiam ex Gulielmi Wiſthoni prælectione VII. Aſtronomica Tabellam hic apponere, eas menſuras complectentem, ex accuratioribus hauſtas obſervationibus, & calculis; quæque ſi accurate veræ haud ſint, ad veras tamen plurimum accedunt, defectu potius, quam exceſſu a veris aberrantes.

Orbitæ partem occupant, quod ex quorundam Periodis satis regularibus deducitur; & ex Observationibus constat, quosdam portiones Ellipsium valde excentricarum, in quarum Foco Centrum Solis erat, in Motu suo descripsisse (1).

Tabella Planetarum a Sole Distantias, & Diametros & Periodica tempora exhibens.

Mercurius	a Sole distat Milliaribus anglicis	32000000
Venus		59000000
Terra		81000000
Mars		123000000
Juppiter		424000000
Saturnus		777000000

Mercurius	continet secundum diametrum milliaria anglica	4240
Venus		7906
Terra		7935
Mars		4444
Juppiter		81155
Saturnus		67870
Sol		763460
Luna		2175

		D.	H.
Mercurius	circa Solem revolvitur.	87	23
Venus		224	17
Terra		365	6
Mars		686	23
Juppiter		4332	12
Saturnus		10759	7

(1) Vetustissimorum Philosophorum opinio fuit Cometas æterna esse Mundi corpora, quæ Planetarum instar giros suos statis temporibus conficerent. Pythagoreos, & universam fere Italicam sectam, Hippocratem Chium, Democritum, Apollonium Myndium in hac fuisse sententia, Aristoteles, Seneca, Plutarchus, aliique locupletes testes sunt. Eidem se subscribit Seneca *natural. quæst. l. 7. c. 21.* ubi ait: *non existimo Cometen subitaneum esse ignem, sed inter æterna opera naturæ.* De eorum vero reditu ita apposite vaticinatus est c. 25.: *Veniet tempus, quo ipsa, quæ nunc latent, in lucem dies extrahat, & longiori ævi diligentia. d inquisitionem tantorum ætas una non sufficit. Veniet tempus, quo posteri nostri tam aperta nos nescisse mirentur*; & cap. 26. *Erit qui demonstret aliquando in quibus Cometæ partibus errant, cur tam seducti a ceteris eant, quanti qualesque sint.*

At Peripateticorum universa Schola suum sequuta Aristotelem Cometas mavult corpora esse recens producta, & mox rursus interitura; utque Cælorum ingenerabilitatem, & incorruptibilitatem, quam finxerunt, sartam tectam servarent, illos ex exhalationibus terrestribus compactos in sublunares regiones detruserunt; quæ inde opinio magis invaluit post invectos in Cælum solidos Orbes, per quos nequeunt quidem Cometæ quaquaversum moveri. Sed communiter modo rejecta, improbataque est hæc opinio, præsertim ex quo Tychonis Brahei, & Joannis Kepleri observationibus circa Cometarum diurnam parallaxim demonstratum est eos omnes Luna esse superiores, & in reliquorum Planetarum regionibus, & su-

§. 42. Quam huc usque ideam Systematis planetarii dedi, Astronomicis nititur Observationibus; &, de huc usque dictis,

pra illas versari: qua de re nulla modo est inter recentiores Philosophos controversia.

Keplerus in *Cometarum Physiologia* arbitratur Cometas esse *Liquidi Ætherei* veluti quoddam excrementum, seu crassiorem pinguedinem coactam per facultatem vitali, vel animali similem, ad aureæ æthereæ defæcationem, & purgationem; cui ex natura loci fit, ut Solis lumen accedat, motusque eidem concilietur; quemadmodum quid simile in trajectionibus aereis observatur, quarum instar Cometas brevem putat habere durationem, nec idcirco in Orbem moveri, aut redire posse. Hevelius aliique Kepleri sententiæ accedunt, reputantes eos ex Solis, Planetarumque exhalationibus oriri, valde quidem attenuatis, & subtilibus, & sub disci formam conglomeratis, quorum altera facies Soli obversa manet, postquam genitus Cometa, & in sphærali linea motus ex Atmosphæra egreditur, ubi prima sua rudimenta traxit.

Cartesius Cometis perenne corpus adscribit, efformatum scilicet, ut Planeta, ex fixa, seu Sole, maculis obducto, & ob defectum necessariæ pressionis a vicino crescente vortice absorpto; quod deinde Cometæ corpus de vortice in vorticem perpetuo recta progredi arbitratur.

Jacobus Bernoullius An. 1682. novum Cometarum systema edidit. Arbitratur scil. Vir Cl. Planetam primarium dari, qui circa Solem ad distantiam 2583 semidiametrorum Orbis Magni, seu Eclipticæ, spatio annorum quatuor & dierum 157 moveatur. Circa hunc primarium, ob corporis exilitatem, & immensam distantiam perpetuo conspectum nostrum fugientem, ponit ad diversas distantias diversos rotari Cometas, tanquam ejus secundarios & satellites, qui tum demum videri incipiunt, cum Perigæi, seu Telluri proximi evadunt.

Hactenus recensitas præclarissimorum Virorum sententias non vacat, nec necesse est ad examen revocare; cum ex sola earum cum Newtoniana de Cometis sententia, instituta comparatione satis liquet eas parum phænomenis, naturæque simplicitati congruentes esse, Newtonianam contra observatis omnibus accurate respondentem, simplicissimam, & Planetarum analogia confirmatam ceterarum omnium esse verosimillimam. Statuit itaque Cl Newtonus Cometas, Planetarum instar, in Orbitis Ellipticis moveri, eos quidem qui ad Solare systema spectant, Solem in communi omnium earum orbitarum foco, quemadmodum Planetæ, complectentes; tum ita ejusmodi suos motus attemperare, ut areas circa Solem temporibus proportionales describant; sintque in eorum revolutionibus temporum periodicorum quadrata cubis mediarum distantiarum proportionalia, uti in Planetis observatur: ex quo quemadmodum planetæ, Cometas etiam in Solem gravitare consequens est. Id vero discriminis intercedit inter Cometarum, & Planetarum orbitas, quod hæ parum sint excentricæ, parumque a circularibus differant; illæ vero maxima excentricitate polleant, majoresque eorum axes ad minores ingentem habeant rationem.

Sit S Sol (*Fig.* 1. *Tab.* 4. *Astron.*) A F P H A Cometæ orbita Elliptica. Si semiaxis Ellipseos Cometicæ (quæ est æqualis mediæ ejus distantiæ a Sole) centies major ponatur media Telluris a Sole distantia, is Cometa suam periodum circa Solem nonnisi mille annis absolvet; nam, ut diximus, quadrata temporum periodicorum cubis mediarum a Sole distantiarum proportionalia in hoc systemate ponuntur. Cum Cometæ in inferioribus orbitarum partibus versantur, scil. ad F vel H, ad Solem accedentes, vel ab eo recedentes, nobis conspicui redduntur: ex nostro de-

dictis, nulla Lis est inter Astronomos, si excipiamus, quæ Lineam ellipticam, & Motum Telluris, spectant. Quidam enim Planetarum Orbitas non esse ellipticas, sed illos, in Motu, aliam Ovalem describere, contendunt. Ex Observationibus Tychonis Brahe deduxit Keplerus, Lineas

---

demum paulatim se subtrahunt conspectu, cum ulterius a Sole recedunt, donec tandem insensibiles penitus fiant; quod scil. aucta eorum a Sole distantia jugiter minuatur mutuata Solis lux, apparentesque eorum diametri minores, & minores indefinenter fiant, donec tandem nullæ oculis evadant. Cum in Aphelio versatur Cometa, scil. in A, in ingenti a Sole, & a nobis distantia, ob tantam orbitæ excentricitatem tardissime incedit; in Perihelio vero P, ubi Soli vicinissimus est, incitatissimo fertur motu; quod ex posita motus lege, seu proportione inter tempora, & areas iis temporibus descriptas facile deducitur. Atque hæc est Newtonianæ Theoriæ de Cometis summa, cui vel ex eo plurimum verosimilitudinis inesse evincitur, quod Cl. Hallejus secundum eam plurium Cometarum motus calculo subducens, tam accurate cum observatis congruere illos reperit, ut eorum differentia raro ad tria minuta prima excurrat.

Id etiam discriminis inter Planetarum & Cometarum motus intercedit, quod illi omnes ab Occidente in Orientem suis motibus ferantur; Cometæ vero nonnulli etsi eandem versus plagam motus suos peragant, non desunt tamen qui contrarios tenere cursus sint observati, ab Oriente scil. versus Occidentem; alii item moveri deprehensi sint ab Austro versus Boream, alii a Borea versus Austrum, & in intermediis quoque regionibus; quod, ut alibi observavimus, cum Cartesianorum vortices Ptolemaicorum sphæras solidas pessumdat, tum vacuum in regionibus Cælestibus dari demonstrat.

Quanto tempore Cometarum periodi absolvantur, certissime adhuc ex observationibus non liquet. Non desunt tamen de iisdem temporibus Astronomorum conjecturæ. Ex Newtoni calculo Cometa annorum 1680, 1681 plusquam 500 annis eget ad suam absolvendam circulationem: ejusdem Newtoni judicio Cometa anni 1682 rediturus asseritur post annos 75. Horum, multorumque præterea aliorum Cometarum vias diligentissime exaravit Gulielmus Wisthonus in Mappa Commetarum. Cassinus etiam Cometam visum anno 1702 perficere revolutionem suam credidit annis 34; quem Cometam Aristoteli primum apparuisse certissimis evicit argumentis.

Quod vero ad Cometarum caudas spectat, variæ sunt de iis Philosophorum sententiæ, de quibus videsis *Davidis Gregorii Astronom. Phys.*, *& Geometr. Elementa l.* 5. *prop.* 4., cum nobis satis esse debeat, si reliquarum probabiliorem Newtoni sententiam exponamus. Cometarum caudas arbitratur Vir Cl. oriri ex vapore longe tenuissimo, quem Cometarum corpora a Sole plurimum calefacta emittunt; & ex quo Solaris lux ad oculos usque nostros reflexa caudarum speciem iisdem repræsentat. Quemadmodum enim fumus ex accenso corpore egressus, recta versus superiora tendit, si id corpus quiescat, oblique vero si idem e latere moveatur; ita qui ex Cælestibus corporibus ob Solis calorem elevantur fumi & vapores in plagam Soli oppositam, non quidem recta, sed oblique ob eorundem Cælestium corporum motum tendere, & versari debent; quemadmodum reapse versus plagam Soli aversam jacent semper Cometarum caudæ.

Atque hinc duo facile consequuntur. 1. Caudarum partes illas, quæ pone corpus Cometæ sunt, reliquis luci-

neas has esse ellipticas; &, Curvas alias a Planetis non posse describi, ex iis, quæ sequenti parte dicentur, liquebit. Conferantur ea quæ ad §. *6.* sunt adnotata.

§. 43. Qui Tellurem quiescere contendunt, nullo astronomico, aut physico, nituntur Argumento; id est, ex Phænomenis non ratiocinantur: neglecta Systematis simplicitate, & in hoc Motuum analogia, sententiam suam Observationibus non adversari defendunt: in quo & illos errare, in Parte sequenti videbimus.

CA-

---

lucidiores, visibilioresque esse, quem admodum observatione constat: nam prope Cometæ corpus, qui elevatur fumus, & vapor, densior semper est; adeoque aptior ad copiosiorem versus oculos nostros reflectendam lucem. 2. Caudas tum potissimum in Cometis dari debere, cum in Perihelio, seu prope Solem versantur; tum enim aucta caloris actione, maiori copia fumos, vaporesque ex eis educi necesse est, quibus porro in immensum rarescentibus immanis incipit cauda efformari, quæ in nonnullis Cometis sextam Cæli partem occupasse visa est. His vero a Sole recedentibus, diminutaque successive, ac tandem evanescente ob immensam Solis distantiam, hujus actione. Caudæ Cometarum partim in longinquas Cælorum regiones dissipantur, partim proprio pondere ad Cometæ corpus labuntur, sicque tandem disparent.

Ex eo autem huic sententiæ difficultas nasci quibusdam videtur, quod non intelligant vapores, & fumos ex Cometarum corporibus Solis actione elevatos, sufficere posse ad tanta implenda Cælorum spatia, quanta reapse Cometarum caudæ occupant, quorum nonnullas sextam Cæli partem tenuisse diximus. Sed difficultas omnis vel ex eo protinus evanescet, si aeris nostri raritas, & elasticitas animo spectetur; tum ponatur eos vapores, quos Cometarum calefacta corpora edunt, eundem habere elasticitatis gradum, quem habet aer noster atmosphæricus, quamvis nil vetat eos elasticiores adhuc imaginari. Subducto autem calculo (de quo videsis *l.* 5. *prop* 3 *Element. Astron. Phys. & Geomet. Davidis Gregorii*) constat aeris nostri eam quantitatem, quam globus unum digitum latus caperet, si eam raritatem nancisceretur, quæ in regione semidiametrum unam terrestrem a nobis elata eidem aeri conveniret, vi suæ elasticitatis & expansionis, impleturum omnes Planetarum regiones usque ad Saturni sphæram, & longe ultra. Patet igitur non multum materiæ requiri ad Cometarum caudas constituendas, si ei concedamus eandem elasticitatis vim, quæ aeri nostro convenit. Sed præterea experientia edocti novimus in quantam fumi molem satis parva ligni, aut carbonis fossilis portio diffunditur; ut vel ex hoc etiam capite ingentis caudarum molis argumentum fumi possit.

Id demum observatione dignum est posse quandoque Cometarum caudas Telluris nostræ Atmosphæram attingere, earumque portionem aliquam eum ejusdem nostræ Atmosphæræ exhalationibus permisceri, fluidum fluido. Id cum fit ejusmodi mutationes in nostro hoc aere suboriri possunt, quibus terrestria animalia, & vegetabilia maxime adficiantur: quamobrem quæ omnium sæculorum suffragio consequi observantur Cometarum apparitionem, non statim pro falsis & ridiculis habere Philosophos decet.

CAPUT II.

De Motu apparenti.

§. 44. QUi, lecto Capite præcedenti, Cælum intuebitur, illud se, quod ibi exponitur, Systema contemplari, vix credet; & exactior Motuum cælestium consideratio dubium augebit. Nil mirum, in Cælis, præter nos decipientes Motuum Apparentias, vix quicquam observamus.

§. 45. Variis Motibus agitatus Spectator, qui se quiescere persuasum habet, & intuetur Corpora, circa quorum Distantiam & Magnitudinem falsa fert judicia, vulgaris est Cælorum contemplator. Per multa sæcula verum Mundi Systema, Cælum etiam exactius observantes, latuit.

§. 46. Explicandum autem nobis est, quomodo omnia, quæ circa Corpora cælestia observantur, respectu Spectatoris in Tellure, locum habeant in Systemate exposito; id est, ex notis Motibus Apparentias deducemus. Quod fieri non potest, nisi quibusdam generalibus præmissis, de Motu apparenti in genere.

§. 47. Motum verum nulla Arte a nobis observari posse, extra omne dubium est; solus Motus relativus sub Sensus cadit, de eo etiam tantum agitur in Capite præcedenti. Quis affirmare, aut negare, cum ratione poterit, non Motu communi, omnia Corpora, nobis nota, per Spatia immensa transferri?

§. 48. Motus relativus ab apparenti distinguendus est; hic enim est mutatio tantum visa in Situ Corporum, & pendet a mutatione in Pictura in fundo Oculi; nam Objecta illam inter se relationem apparentem habent, quæ datur in Oculo inter Objectorum Repræsentationes; videntur enim, ut in Oculo depinguntur; & mutatio in hac Pictura, ex Corporum Motu, fere semper differt cum mutatione relationis inter ipsa Corpora, ut ex Picturæ formatione sequitur. Conferantur ea, quæ cap. 4. Physicæ Elementorum dicta sunt §. 101. & seqq., tum quæ cap. 33. de magnitudinis, distantiæ, & motus perceptione dicta & adnotata sunt.

§. 49. Cælum nihil est præter Spatium immensum, quod videri non potest, & nigrum appareret, nisi continuo Radii Luminis innumeri, a Corporibus cælestibus ma-

manantes, Atmoſphæram penetrarent. Plerique per rectas lineas ab illis Corporibus ad nos perveniunt, multi tamen in Atmoſphæra varias patiuntur Reflexiones, & totam Atmoſphæram illuminant; inde de die, etiam abſque nubium reflexione, Corpora illuſtrantur, ad quæ Radii ſolares directe pervenire nequeunt.

§. 50. Radii hi ſunt heterogenei, & quidem albi; nam Corpora dantur hiſce Radiis illuſtrata, quæ alba apparent; & quæ ita illuſtrantur, per Priſmata viſa, ad extremitates coloribus tinguntur; quod in Colore homogeneo non obtinet, uti cap. 31. §. 929. Element. Phyſ. demonſtratum eſt. Etiam circulus Chartæ albæ, Diametri Semi-pollicis; Panno nigro ſuperimpoſitus, ſi hiſce Radiis illuminetur, per Priſma oblongus apparet, & iidem Colores, qui in Radiis ſolaribus obſervantur, eodem modo hic videntur; quæ omnia minime obtinerent, ſi Aer, ut a plurimis ſtatuitur, foret Liquidum cæruleum; id eſt, per quod ſoli Radii cærulei, ſaltem maxima copia, tranſeunt.

§. 51. Dum Cælum nigrum intuemur, Radii albi memorati Oculos intrant, unde Color cæruleus Cælorum oritur, quemadmodum cap. 36. §. 1123. hujus Phyſicæ demonſtratum eſt.

§. 52. Quia adſueti ſumus Colorem videre, ubi Objectum datur coloratum, etiam ad Objectum refertur Color Cælorum; cum autem hic omnes partes verſus æqualiter obſervetur, concipimus Superficiem cavam ſphæricam, aut potius ſphæroideam, in cujus Centro ipſi poſiti ſumus (1). Superficiem hanc ut opacam, ideoque ultra omnium Corpora nobis viſibilia remotam, imaginamur.

§. 53. Quando inter Planum & Oculum datur Corpus, de

(a) Cæleſtis ſphæræ centrum, quoad ſenſum ſaltem, noſtra iſthæc eſt, quam incolimus, Tellus; ubique enim in hujus ſuperficie conſtitutus oculus, Cæleſtis ſphæræ ſegmentum nec majus, nec minus ejuſdem hemiſphærio intuetur; tum ex duodecim Zodiaci ſignis, de quibus infra, ſex ſimul conſpicua ſunt terricolis ubique degentibus, ſex quoque eos latent: niſi Tellus Cæleſtis hujus ſphæræ ad ſenſum ſaltem utrum occuparet, contingere hujuſmodi apparentiæ haud poſſent. Si in telluris centro (quod idem cum Cæleſtis ſphæræ centro modo ſupponimus), conſtitutus intelligatur oculus, ex eoque Cælum intueatur, eædem hujus erunt apparentiæ, quas ex ejuſdem Telluris ſuperficie inſpicienti oculo contingere diximus. Igitur & illud ſtatui hic etiam poterit, ſi integrum terraqueum globum, ſi ad Cæleſtis Sphæræ magnitudinem referatur, puncti inſtar haberi poſſe.

de cujus Distantia judicium ferre non possumus, in Plano applicatum nobis apparet Corpus, quæcunque fuerit Distantia inter hoc & Planum; nulla enim datur ratio, quare partes Plani, quæ ad latera Imaginis Corporis in Oculo depinguntur, non ad eandem Distantiam cum Corpore apparerent.

Inde etiam omnia Corpora cælestia, (quorum minime a nobis distans, Luna nempe, ita removetur, ut judicium de Distantia non detur), ad Sphæram imaginariam, memoratam, referuntur; & omnia huic applicata apparent; & in hujus Superficie cava moveri videntur. Sic Luna inter Stellas fixas concipitur, licet illius Distantia vix rationem sensibilem habeat ad Saturni Distantiam, quæ ipsa evanescit collata cum immensa Stellarum fixarum remotione. Non mirum est igitur, si de Magnitudine Corporum cælestium, & Cælorum Immensitate, nil noscat Vulgus.

§. 54. Deducimus ex dictis, quomodo ex dato Motu Corporis cujuscunque, & noto Motu Telluris, Motus apparens determinetur.

§. 55. Sphæram diximus concipi ultra Stellas fixas, in cujus Centro datur Spectator: Orbita Telluris adeo est exigua respectu Diametri hujus Sphæræ, ut ex translato cum Tellure, Spectatore, Centrum Sphæræ sensibiliter non mutetur (1); quare in omnibus Superficiei Telluris Punctis, & Tempore quocunque, eandem Terricolæ imaginantur Sphæram, ad quam Corpora cælestia referunt; & quam, in sequentibus nominabimus Sphæram Stellarum fixarum.

§. 56. Hisce positis, si per Tellurem, & Corpus, Lineam concipiamus, quæ ultra Corpus continuata Sphæram memoratam secat, habemus Punctum, ad quod Corpus memoratum refertur, & quod est Locus apparens Corporis.

(1) Si ex terminis diametri Eclipticæ, seu Orbitæ, quam Tellus describit, ad centrum alicujus fixæ rectæ ducantur, hæ angulum efficient, qui *parallaxis Orbis magni* dicitur; estque is tam exiguus ob immensam fixarum distantiam, ut exquisitissimis instrumentis vix deprehendi possit; & qui in eo investigando maxime insudarunt, semper uno minuto primo minorem illum deprehenderunt. Id argumento est tantam esse fixarum distantiam, ut non modo ex iis conspecta tellus, puncti instar appareat, quod supra adnot. ad §. 52. vidimus; sed & ipsius telluris orbitæ diameter respectu diametri Cælestis sphæræ veluti nulla potest haberi.

§. 57. Dum Corpus, aut Tellus, aut ambo, moventur, agitatur hæc Linea, & Motus apparens eſt Linea, quam inter Stellas fixas deſcribit Extremitas Lineæ memoratæ, tranſeuntis per Tellurem & Corpus, cujus Motus apparens obſervatur. Idcirco eædem Apparentiæ ex translata Tellure ſequuntur, quæ ex translato Corpore, aut Motu amborum, deduci poſſunt.

§. 58. Si autem Corpus & Tellus ita moveantur, ut Linea, quæ per hæc Corpora tranſit, Motu parallelo feratur, Corpus inter Stellas fixas quieſcere videbitur; quia Spatium, in hoc caſu, ab Extremitate Lineæ inter Stellas percurſum, non ſuperat Spatium a Tellure percurſum; Linea autem æqualis toti Spatio, quod a Tellure poteſt percurri ad Diſtantiam Stellarum fixarum translata, nobis ſenſibilis non eſt. Ex motu Telluris circa Axem etiam datur Motus apparens, qui ſuo tempore, ex fundamentis in hoc Capite poſitis, facile deducetur. Motum apparentem a relativo differre, & ex Motu Spectatoris variari, navigantes quotidie experiuntur.

C A P. III.

De Phænomenis Solis ex Motu Telluris in Orbita.

§. 59. Sit Sol in S; (*Tab.* 2. *Fig.* 2.) Tellus in Orbita ſua in T; *rs* Sphæra Stellarum fixarum; Locus apparens Solis ex T eſt *s*. Dum Tellus in Orbita transfertur a T in *t*, motus hic a Terricola ſimul translato non percipitur, ſed Soli etſi reapſe quieſcenti attribuitur, qui idcirco moveri videtur, & percurrere Arcum *s r*, qui menſurat Angulum *r* S *s*, æquale Angulo T S *t*, itaut Celeritas Motus apparentis Solis pendeat a Celeritate Motus angularis Telluris, reſpectu Centri Solis; qui Motus ex duplici cauſa creſcit; ex imminuta Diſtantia a Sole, & ex aucta Celeritate Telluris: quæ ambæ Cauſæ ſemper concurrunt; quare Motus apparentis Solis inæqualitas ſenſibilis eſt. In integra Telluris Revolutione, etiam integrum Circulum Sol percurrere videtur.

DEFINITIO I.

§. 60. Via hæc apparens Soli *Linea Ecliptica* vocatur, quod

quod cum in hujus plano vel prope reperitur etiam Lunæ centrum, Solis & Lunæ eclipses contingant. Et est Sectio Sphæræ Stellarum fixarum cum Plano Eclipticæ, ad hanc Sphæram usque continuato.

§. *61*. Dividitur hæc Via in duodecim partes æquales, quæ singulæ continent 30. Gr.; partes hæ vocantur Signa, & his nominibus donantur: Aries ♈, Taurus ♉, Gemini ♊, Cancer ♋, Leo ♌, Virgo ♍, Libra ♎, Scorpius ♏, Sagittarius ♐, Capricornus ♑, Aquarius ♒, Pisces ♓. Unde hæ partes hæc nomina mutuatæ sint, ubi de Stellis fixis acturi sumus, videbimus. Diutius in percurrendis sex Signis primis hæret Sol, quam in sex posterioribus, daturque differentia novem Dierum. (1)

§. *62*. Licet Circulus nullum habeat Principium aut Finem, ubi tamen in hoc Puncta varia determinanda sunt, quoddam Punctum pro Principio habendum est; hoc, in Linea Ecliptica, est primum Punctum Arietis; quomodo determinetur, in sequentibus videbimus. Non hoc est fixum inter Stellas fixas: idcirco Orbitæ Planetarum, quæ adeo parum mutantur, ut pro immutabilibus haberi possint, non eundem, respectu hujus Puncti, Situm servant.

DEFINITIO 2.

§. *63*. Distantia Solis a primo Puncto Arietis, in consequentia mensurata, seu versus Ortum dicitur *Solis Longitudo*.

§. *64*. Longitudines ceterorum Corporum cælestium, eodem modo in Ecliptica mensurantur. Ad quam referuntur, si Circulus major per Corpus concipiatur perpendicularis ad Eclipticam; punctum enim, in quo hæc ab illo Circulo secatur, determinat Corporis Longitudinem, scilicet Eclipticæ arcum ab Arietis principio usque ad id

 interse-

(1) Telluris enim motus (qui nobis apparens est motus Solis in Ecliptica) fit in Orbita elliptica circa Solem in uno ejus foco positum, & circa quem areas describit temporibus proportionales: atque hinc oritur, ut inæquabili motu Terra, quemadmodum quivis alius Planeta, in orbita sua feratur, & cum est aphelia tardius, cum perihelia velocius incedat. Sed tellus est aphelia, & in majori a Sole distantia versatur, cum per signa Libram, Scorpium, Sagittarium, Capricornum, Aquarium, Pisces transit, seu cum Sol per opposita signa moveri apparet, scil. Arietem, Taurum, Gemini, Cancrum, Leonem, Virginem: igitur apparens hic Solis motus lentior esse debet; similique ratione intelligitur eundem apparentem Solis motum per reliqua signa velociorem apparere debere.

intersectionis punctum ab occasu in ortum supputatum. Maximus vero circulus, quo ad Eclipticam datum quodvis cæleste punctum refertur, & ad ejus planum est perpendicularis, dicitur *Circulus Longitudinis*, vel etiam *Eclipticæ Secundarius*.

DEFINITIO 3.

§. 64. Distantia Corporis cælestis a Linea Ecliptica vocatur illius *Latitudo*. Et est Arcus ejusdem Circuli secundarii Eclipticæ, inter Corpus & Eclipticam interceptus.

DEFINITIO 4.

§. 65. Si ex Centro Sphæræ Stellarum fixarum, ad Planum Eclipticæ concipiamus lineam perpendicularem, puncta, in quibus hæc memoratam Sphæram secat, vocantur *Poli Eclipticæ*.

Hinc circuli Eclipticæ secundarii superius memorati per hæc puncta, seu Eclipticæ polos, transire debent; nequit enim in sphæra maximus circulus alteri maximo esse perpendicularis, nisi per hujus polos transeat.

DEFINITIO 5.

§. 66. *Zodiacus* est Zona, quæ concipitur in Cælis, quam in duas partes æquales secat Linea Ecliptica, & quæ ab utraque parte terminatur Circulo, Lineæ Eclipticæ parallelo, & ab hac octo gradibus distanti. Propter exiguam Orbium Planetarum, ut & Lunæ, inclinationem ad Planum Eclipticæ, nunquam extra Zodiacum, Corpora ulla Systematis planetarii apparent.

DEFINITIO 6.

§. 67. Inter hæc, quæ eandem habent Longitudinem, dicuntur *in Conjunctione*.

DEFINITIO 7.

§. 68. *In Oppositione* dicuntur, quorum Longitudines differunt 180. Gr.

CAP. IV.

De Phænomenis Planetarum inferiorum, ex horum, & Telluris Motibus in Orbitis suis.

§. 69. Sit S Sol; AVB v (*Tab.* 2. *Fig.* 3.) Orbita Planetæ inferioris, scilicet Veneris, vel Mercurii; Tellus

Tellus in Orbita sua T ; *a* I *b* portio Sphæræ Stellarum fixarum ; Terricolæ in T locus apparens Solis est I.

Si ex Tellure ad Orbitam Planetæ, ducantur Tangentes T A *a*, T B *b*, clare patet, nunquam ad majorem distantiam, quam I *a*, aut I *b*, a Sole, in Motu apparenti, removeri Planetam ; & hunc illum, in Motu apparenti circa Tellurem, quasi comitari.

DEFINITIO I.

§. 70. Distantia apparens Planetæ a Sole, dicitur illius *Elongatio*. I *a* aut I *b* est *Elongatio maxima* : hæc ex duabus Causis varia ; quia nempe & Tellus & Planeta in Lineis ellipticis revolvuntur. (1)

§. 71. Planeta breviori Tempore quam Tellus, Revolutionem peragit ; ideo in Motu suo, inter Tellurem, & Solem transit veluti in V, ubi Soli conjunctus apparet, diciturque ejus Planetæ *inferior Conjunctio*. Deinde ultra Solem respectu Telluris movetur, & cum est in *v* iterum Soli conjungitur : quæ dicitur *Superior* ejusdem Planetæ *conjunctio* ; ita ut duobus modis cum Sole in Conjunctione sit, nunquam autem in Oppositione.

§. 72. Ut ideam habeamus Motus apparentis Planetæ, concipere debemus, cum Tellure moveri Linea T B *b*, T S I, T A *a* ; itaut Puncta A, V, B, & *v*, dum Tellus Revolutionem peragit, Orbitam Planetæ circumrotentur ; Planeta vero, qui celerius revolvitur, per hæc Puncta successive iterum atque iterum transit.

Sed ut clarius horum Planetarum motus phænomena intelligantur, cum Tellus longe tardius circulationem suam circa Solem conficiat, quam inferior Planeta, nil vetat, immo præstat Tellurem veluti immobilem in T spectare, Planetam vero cum motuum differentia circa Solem cieri. Dum itaque Planeta fertur ab *v* in A, moveri videbitur in *consequentia Signorum*, ab I in *a*, diciturque tum *directus* ; Sed cum ab A transit ad V, in inferiori scilicet

S 4 conjun-

(1) Scilicet, manente tellure in *T*, elongatio, ceteris paribus, major, ubi punctum B vel A est in ejus inferioris Planetæ Aphelio, minor in Perihelio, mediocris in media distantia. Sed & manente inferioris Planetæ loco B, vel A, varia quoque est Elongatio pro situ Telluris in T, vel alibi. Sed cum Planetarum Orbitæ ad circularem formam, quam maxime accedant, hæ minutiæ negligi possunt. Maxima Veneris Elongatio observatione deprehenditur 48. graduum circiter ; Mercurii vero tantum 28 circiter.

conjunctione cum Sole; vicissim videtur ab *a* rediisse ad I, motumque esse in *antecedentia signorum*, diciturque tum *retrogradus*. Similiter dum Planeta ab V venit ad B pergit retrogrado motu videri ab I venisse ad *b*; & demum dum superato loco B, ad *v* accessit, ad superiorem scilicet cum Sole conjunctionem; iterum directe moveri apparet *a b* usque ad I, eaque directio durat, donec ad situm priorem A redierit. Cum Planeta prope loca B & A versatur, adeo lente inter sidera moveri apparet, ut tanquam *Stationarius* possit haberi. Itaque dum Planeta a loco B per *v* progreditur ad A est *directus*; prope A fit *Stationarius*, sed ad *retrogradationem*: in loco B iterum est *Stationarius*, sed ad *directionem*.

§. 73. Spectato Telluris motu, dum Tellus in ejusmodi situ T est respectu Planetæ existentis in D, ut arcus T *t*, D *d*, eodem parvi temporis intervallo a Tellure & Planeta peragrati rectis lineis T D, *t d* parallelis contineantur, tum Planeta Stationarius videri debet; loca enim in Firmamento H, *h*, ad quæ tum refertur Planeta a Terra visus, ad sensum idem sunt, nec distinguuntur.

§. 74. Planeta diutius in *directione* movetur, quam in *retrogradatione*; priori enim casu, orbitæ suæ partem B *v* A majorem, secundo partem B V A minorem describit. Et quoniam in retrogradatione idem spatium *a* I *b* in Firmamento describere videtur, quod progrediendo confecerat, sequitur velocius in retrogradatione, quam in directione moveri.

§. 75. Planetæ Orbita ad Planum Eclipticæ inclinatur, ideo non in Linea Ecliptica moveri videtur; sed nunc minus, nunc magis ab hac distat, & in Curva irregulari ferri videtur, quæ interdum Eclipticam secat.

§. 76. Sit N V N (*Tab.* 2. *Fig.* 4.) Orbita Planetæ; cujus Nodi N, N; sit S Sol; T *t* Telluris Orbita in Plano Eclipticæ; Tellus T; Planeta V. Si V A concipiatur per Planetam ad Planum Eclipticæ perpendicularis, Angulus V T A, aut potius Arcus, qui hunc mensurat, est *Latitudo* Planetæ: vocatur hæc *Latitudo Geocentrica*, ut distinguatur a Latitudine Planetæ e Sole visi, quæ *Heliocentrica* dicitur, & est in hoc casu Angulus V S A; de illa hic agitur, nam Phænomena ex Tellure visa examinamus.

§. 77. Quando Planeta est in Nodo, in Linea Ecliptica apparet, & Curva a Planeta Motu apparenti in Zodiaco descripta secat Lineam Eclipticam; recedendo a

Nodo

Nodo augetur Planetæ Latitudo, quæ etiam pro Telluris situ variatur; sic manente Planeta in V, major est Latitudo si Tellus sit in T, quam si foret in *t*. Si, manente Tellure in T, Planetam ex V ad *v* translatum concipiamus, ex duplici causa Angulus *v* T B minor erit Angulo V T A; ex accessu Planetæ ad Nodum, & ex recessu Spectatoris.

§. 78. Si nunc consideremus Tellurem & Planetam continuo moveri, facile concipiemus, mutari omnibus momentis Latitudinem ex utraque causa. Hæ interdum contrarie agunt, interdum in augenda aut minuenda Latitudine, conspirant; unde necessario oritur Motus apparens in Curva irregulari, ut ante dictum, quæ Eclipticam secat, quoties Nodos transgreditur Planeta, id est, bis in singulis hujus Revolutionibus; Curva etiam hæc, ab utraque parte, non ultra certos Limites in Zodiaco ab Ecliptica recedit.

§. 79. Telescopio etiam deteguntur Phænomena notabilia Planetarum inferiorum, quæ ab horum Opacitate pendent. Sit S Sol; T Tellus; A, B, C, N, D, E, F, V, (*Tab.* 2. *Fig.* 5.) Planeta inferior, Venus ex. gr., in Orbita. Hæc mutuato a Sole lumine lucet; & Hemisphærium Soli obversum tantum illuminatur, Hemisphærium alterum invisibile est: idcirco sola pars Hemisphærii illuminati, quæ Telluri obvertitur, ex hac videri potest; in V Planeta videri non potest, in N rotundus apparet, nisi Radiorum solarium copia impediret, quo minus videatur. Ex N progrediendo, Planeta continuo decrescit; in D habet Figuram *d*; in *e* & *f* delineatur, ut in E & F apparet; ulteriusque decrescit, donec evanescat in V; deinde iterum crescit successive mutando Figuram, donec totum Hemisphærium illuminatum Tellurem versus dirigatur.

§. 80. Quando Nodus datur in V, aut in viciniis, Planeta in ipso Disco Solis, & quasi Soli applicatus, videtur, & observatur Macula nigra, quæ super Solis Superficie movetur: in hoc casu, si accurate rem exprimamus, Planetam non videmus, sed ubi Radios solares hic intercipiat, decernimus. (1)

§. 81.

(1) Semel tantum Venus visa est nigræ instar maculæ Solarem discum pertransisse, quod spectaculum Mortalium nemini præter Horoxium contingit videre Anno 1639; nec iterum Venus Solem in medio ejus disco subtercurret usque ad annum 1761 die 16 Mensis Maji. Anno 1631 die 7 Novembris Petrus Gassendus primus, & porro alii complures Mercurium in Sole viderunt, qui ejus discum

§. 81. Quo minus a Tellure distat Planeta, eo major accedit, pars lucida visibilis minuitur, ita ut ex una causa crescat Lumen, ex alia minuatur; daturque Distantia quædam media, ad quam Lux reflexa est maxima. (1).

C A P. V.

De Phænomenis Planetarum superiorum ex horum & Telluris Motibus in Orbitis suis.

§. 82. IN multis, cum explicatis circa Planetas inferiores, coincidunt superiorum Planetarum Motus apparentes; in multis differunt. Non semper hi Solem comitantur, sed sæpe in Oppositione observantur (2); in Motu tamen, ut de inferioribus dictum, non semper in consequentia ferri videntur, sed sæpe stationarii, sæpe retrogradi sunt.

§. 83.

---

scum in camera obscura charta candida exceptum instar maculæ nigræ & rotundæ trajicere visus est; quod jam prædixerat Keplerus.

Ante inventum Telescopium, cum Copernicus vetustissimum Pythagoreorum systema renovaret, ponendo Planetas singulos, & inter hoc quoque tellurem statis temporibus circa Solem moveri, objectum ei fuit in ea Cælorum dispositione Venerem phases subituram Lunæ phasibus similes, quas cum non observarent tum temporis Astronomi, systema illud phænomenis non satisfacere contendebant. Objecto respondit Copernicus eas phases revera dari, easque futuris sæculis detecturas Astronomos. Id Copernici vaticinium primus implevit Galilæus Philosophus Lynceus, qui primus Telescopium ad Venerem dirigens, eam phasibus suis reapse Lunam æmulari deprehendit.

(1) Ubinam sit ea media distantia, in qua Veneris splendor sit maximus concinna solutione invenit Summus Geometra & Astronomus Edmundus Hallejus in Actis Philos. Lond. N. 349; ibique ostendit Venerem omnium maxime fulgere cum elongatur a Sole 40 circiter gradibus, ubi tantum pars quarta disci luminosi e terra conspicienda datur; quo in situ Venus interdiu, & lucente Sole conspecta fuit. Admirabilis sane est illa Veneris pulchritudo, quæ proprio lumine carens, & tantum Solis mutuatio fulgens, in tantum splendorem erumpit, quantum non habet Juppiter, non Luna, cum æque a Sole elongantur.

(2) Sit S Sol (*Fig.* 6 *Tab.* 1. *Astron.*) A B C orbita Telluris, Q M P Planetæ Superioris, puta Martis, orbita, D F G sit sphæra Firmamenti. Cum Tellus in orbitæ suæ puncto C versatur, Planeta existens in M Terricolæ apparebit in F Soli conjunctus: at existente Tellure media Solem inter & Planetam, terrestris Spectator Planetam videbit Soli oppositum. Patet igitur Superiores Planetas posse quemlibet aspectum respectu Solis obtinere, seu in dato quovis angulo a Sole elongari, quod in inferioribus fieri non posse vidimus.

§. 83. Quod ut intelligatur sit BCA (*Tab.* 2. *Fig.* 6.) telluris orbita circa Solem S, sitque QMP orbita Planetæ superioris, puta Martis, DFG sit Stellarum sphæra, ad quam scil. quæque cælestia corpora refert Spectator. Ex M, ubi superior Planeta videtur, ducantur rectæ MB, MA telluris orbitam contingentes in B & A, eæque producantur, donec Firmamento occurrant in D & G. Etsi vero Planeta superior N circa Solem movetur in orbita sua, cum tamen longe serius tellure revolvatur, nil vetat, quominus illum spectemus, ut immobilem, telluris respectu, tellurem vero motuum differentia circulationem suam perficere. Maneat igitur Planeta in M immobilis, & cum Tellus transit de loco C ad B, terricolæ apparebit Planeta ab F in G directe pervenisse in consequentia signorum; at vero cum tellus a B transit ad *t*, quo in loco Planeta Soli opponitur, idem Planeta videbitur retrogrado motu a G rediisse ad F; porro cum tellus a *t* venit ad A, pergit Planeta retrogradus videri ab F usque ad D; & demum superato loco A a tellure, iterum incipit Planeta apparere directus, quæ directio durat, donec Tellus ad priorem locum B redierit. Sed cum tellus est prope loca B & A, Planeta lentissime videtur loca sua in Firmamento mutare; quapropter tum tanquam Stationarius & immobilis apparet; neque adeo a directo motu ad retrogradum, vel ab hoc ad illum gradum facit Planeta, nisi prius tantisper stare, & veluti immobilis videatur.

§. 84. Si spectetur ipsius Planetæ M motus circa Solem, tum stationarius erit, cum Tellus in ejusmodi situ T versatur respectu ejusdem Planetæ M, ut arcus T *t*, M *m* eodem parvi temporis intervallo a Tellure & Planeta descripti, rectis lineis T M, *t m* parallelis contineantur; quemadmodum supra de Planetis inferioribus demonstratum est. Item quemadmodum supra de inferioribus Planetis ostendimus eos diutius in directione, quam in retrogradatione moveri, idipsum ob eandem rationem in Planetis superioribus obtinere facile quisque dijudicabit.

§. 85. Phænomena circa Latitudinem similia sunt iis, quæ explicata sunt respectu Planetarum inferiorum.

§. 86. Jupiter & Saturnus ad magnam distantiam Telluris Orbitam cingunt, quare ubique fere tota illorum Hemisphæria, quæ a Sole illuminantur, e Tellure visibilia sunt; ideo semper rotundi apparent hi Planetæ.

§. 87. Quia minus distat Mars, paululum gibbosus apparet, inter Conjunctionem & Oppositionem cum Sole, (1)

CAPUT VI.

De Phænomenis Satellitum, ex Motu horum in Orbitis. Ubi de Eclipsibus Solis & Lunæ.

§. 88. SAtellites Jovis & Saturni semper in Motu Primarios suos comitantur, & nunquam ultra certos Limites, qui ex horum a Primariis distantiis facile determinantur, ab utraque parte recedere videntur, alternisque vicibus in antecedentia & in consequentia feruntur. Aliquando omnes ad eandem partem Primarii dan-

(1) Planetas Superiores multo majores videri in oppositionibus, quam in conjunctionibus cum Sole facile patet, si spectetur priori casu multo minus a Tellure abesse, quam in altero, & distantiarum discrimen Eclipticæ diametro æquale esse. Id autem cum ad semidiametrum Orbitæ Martis majorem habeat proportionem, quam ad reliquarum orbitarum semidiametros, longe majus magnitudinis Martis erit discrimen in oppositione & conjunctione, quam in ceteris superioribus Planetis. Est Mars in oppositione quinquies circiter nobis propior, quam in conjunctione: adeoque cum visibilis ejus discus, & splendor augeatur in duplicata diminutæ distantiæ ratione, Mars vigesies quinquies major, & simul lucidior in oppositione Solis, quam in ejus conjunctione apparebit.

Jupiter quinquies circiter longius a Sole removetur, quam Tellus; igitur apparens Solis diameter, qui nobis est triginta scrupulorum, e Jove visus sub angulo sex tantum scrupulorum apparebit; ejusque discus vigesies quinquies minor Jovicolis apparebit, quam nobis; iisdemque luminis & caloris actio a Sole producta erit vigesima quinta pars tantum ejus, qua nos fruimur; Saturnus vero cum decies longius a Sole distet, quam nos, apparens Solis diameter ex illo visus sub angulo trium tantum scrupulorum conspicietur, Solisque discus e Saturno spectatus centies minor apparebit, & tam lux, quam calor in eadem ratione in Saturno minuentur; quamobrem Saturni regiones nostrarum respectu oportet esse frigidissimas.

Superiorum Planetarum nullus in Solis disco videri unquam e Terra potest, ut Veneri, & Mercurio contigit; potest tamen eorum quivis a Sole tegi, quando Planeta cum illo conjunctus, sit Nodo satis vicinus, ut post Solem lateat.

Demum id de Planetis Universis sive superioribus, sive inferioribus præstat observare, eos Soli oppositos oriri occidente Sole, & illo Oriente occidere; postquam autem a Solis oppositione digressi sunt, & Orientaliores facti, post Solis Occasum esse conspicuos, majori vel minori temporis intervallo, prout magis vel minus ab oppositione recesserunt; donec Soli conjuncti simul cum illo occidunt, & oriuntur. Demum postquam a Sole recesserunt Occidentaliores facti, conspici tantum posse ante Solis ortum; nam vespere citius Sole occidunt, donec ad Solis oppositionem iterum pervenientes, rursus oriuntur occidente Sole.

dantur, aliquando inter ipsos Primarius observatur. Jovis Satellites semper, aut in eadem Linea recta disponuntur, aut parum ab hac distant. Quæ omnia ex Motu circa Primarios, in Planis, exiguo inter se, & cum Plano Eclipticæ, Angulos efficientibus, facile deducuntur.

§. 89. Non omnes Saturni, aut Jovis, Satellites semper simul visibiles sunt. Quando inter Primarium & Tellurem dantur, ab ipso Primario distingui non possunt; aliquando a Primario obteguntur, sæpe in Umbram Primarii immerguntur.

DEFINITIO 1.

§. 90. Talis in Umbram Immersio dicitur *Satellitis Eclipsis*; de qua vide quæ cap. 27. horum Elementorum §. 850. dicta sunt.

§. 91. Inter *Saturni* Comites Annulum dari diximus; circa quem notandum, Annuli Latitudinem, pro Spectatore in Tellure, Saturni Diametrum nunquam superare, & ipsum Annulum aliquando invisibilem esse; quando nempe Planum Annuli continuatum per Tellurem transit; Annuli enim Crassities sensibilis non est. Etiam non videtur Annulus, quando hujus Planum continuatum, inter Solem & Tellurem transit; tunc enim Superficies Annuli illuminata a Tellure avertitur. Confer ea, quæ §. 27. hujus tractatus adnotavimus.

§. 92. In utroque casu Saturnus rotundus apparet; in ultimo tamen, ex Radiis ab Annulo interceptis, Fascia nigra in Planetæ Superficie observatur, similis illi, quæ ab Umbra Annuli pendet.

§. 93. Telluris Satellitis, Lunæ nempe, Phænomena nostri respectu notabiliora sunt, & peculiariter explicanda. Sæpissime Soli conjungitur, totiesque huic opponitur, non tamen in singulis Revolutionibus Lunæ in Orbita; nam dum Luna, post Revolutionem integram 27. Dier. 7. Hor. iterum redit ad Locum inter Stellas fixas, in quo cum Sole fuit conjuncta, Sol ex hoc Loco recessit, & ab hoc circiter distat 27 gr.; quare nisi post aliquot Dies Solem non attingit, & Conjunctiones vicinæ distant viginti novem Diebus cum semisse.

DEFINITIO 2.

§. 94. Mensis Lunaris periodicus est Tempus Revolutionis Lunæ in Orbita.

DE-

DEFINITIO 3.

§. 95. *Mensis Lunaris Synodicus*, *seu Lunatio*, est Tempus, quod Luna impendit inter Conjunctiones cum Sole proximas.

§. 96. Invisibilis est Luna in conjunctione cum Sole; quia Hemisphærium illuminatum a Tellure avertitur. Sit Tellus T; (*Tab.* 2. *Fig.* 7.) Luna in N, inter Solem & Tellurem; Hemisphærium illuminatum erit *m* N *i*, quod a Tellure videri non potest. Dum Luna, in Orbita a Conjunctione ad Oppositionem fertur, pars illuminata, quæ semper Solem versus dirigitur, continuo magis ac magis Spectatoribus in Tellure visibilis est; & in Punctis A, B, C, successive Figuras *a*, *b*, *c*, acquirit Luna. In P, in Oppositione cum Sole, rotunda apparet; deinde per D, E, F, transeundo decrescit, ut in *d*, *e*, *f*, repræsentatur.

DEFINITIO 4.

§. 97. Conjunctio Lunæ cum Sole vocatur *Novilunium*, Post Conjunctionem Luna quasi renasci videtur.

DEFINITIO 5.

§. 98. Oppositio Lunæ cum Sole vocatur *Plenilunium*; quia Luna pleno Orbe lucida apparet.

DEFINITIO 6.

§. 99. Nomine communi Oppositio & Conjunctio Satellitis cum Sole vocantur *Syzygiæ*.

§. 100. In A & F pars Lunæ obscura, Radiis a Tellure reflexis, paululum illuminatur; ideo pars hæc obscura percipitur a Spectatore, cui Sol visibilis non est, id est, in primo casu post Occasum Solis, in secundo ante hujus Ortum.

DEFINITIO 7.

§. 101. Quando Solis Lumen a Luna intercipitur, itaut in totum, aut pro parte, respectu Spectatoris cujuscunque in Tellure, Sol obtegatur, Sol dicitur *Eclipsim* pati. Proprie loquendo, hæc est Eclipsis Telluris, in cujus Superficiem cadit Lunæ Umbra, aut Penumbra.

DEFINITIO 8.

§. 102. *Lunæ Eclipsis* est Obscuratio Lunæ ex Umbra Telluris.

§. 103.

§. 103. Nunquam Solis Eclipsis observatur, nisi quando Novilunium celebratur. Nunquam Luna deliquium patitur, nisi in Plenilunio. Non tamen in singulis Syzygiis Luminaria deficiunt; quia Luna non in Plano Eclipticæ movetur, in quo semper dantur Sol & Tellus; quare propter Latitudinem Lunæ hujus Umbra in Novilunio sæpe Tellurem non tangit, & ipsa in Plenilunio ad latus Umbræ Telluris transit. Quando autem Lunæ Latitudo aut nulla, aut exigua est, id est, quando in Nodo, aut prope hunc versatur Luna in Syzygiis, Eclipsis observatur; in hoc casu in Ecliptica, aut parum ab hac distans apparet Luna; & inde Nomen suum habet hæc Linea, ut diximus.

§. 104. Ut quæ Lunæ Eclipsim spectant, clarius pateant, sit Lunæ Semita OO; (*Tab.* 5. *Fig.* 1.) Planum Eclipticæ RR; in hoc semper datur Centrum Umbræ Telluris; Nodus Orbitæ Lunæ est N. Si Umbra Telluris sit in A, non obscuratur Luna, quæ in F transit. Si minus a Nodo distet Luna in Plenilunio, ut in G, Umbra Telluris datur in B, & Luna pro parte obscuratur; hæc *Eclipsis* dicitur *Partialis*. Si, posita Umbra in D, Plenilunium celebretur, in totum tenebris obtegitur Luna in I; in L in Umbram cadit, in H ex hac exit; & *Eclipsis* dicitur *Totalis*. *Centralis* vocatur *Eclipsis*, quando Centrum Lunæ transit per Centrum Umbræ, quod in ipso Nodo N tantum obtinet.

§. 105. De Telluris Umbra huc usque locuti sumus; quia quando de Tellure loquimur, cum hac conjunctam etiam intelligimus Atmosphæram. De Atmosphæræ Umbra proprie agitur in Eclipsibus Lunaribus; ipsius enim Telluris Umbra ad Lunam non pertingit.

§. 106. Sit T (*Tab.* 7. *Fig.* 8.) Tellus, Atmosphæra FDGGDF circumdata. Radii solares BD, BD Atmosphæram tangentes recta progrediuntur, & Atmosphæræ Umbram terminant, extra quam si Luna detur, immediate a Radiis solaribus illuminatur, non vero eodem modo: inter BD & BD illustratur. Radii, qui oblique Atmosphæram intrant, Refractionem patiuntur; & dum ad Tellurem accedunt, continuo in Medium densius atque densius penetrant; ideoque omnibus momentis inflectuntur, & per Curvas moventur. Sic Radii EF, EF in Curvis FG, FG Tellurem tangentibus, per Atmosphæram penetrant. Omne Lumen inter EF, EF a Tellure intercipitur, & Radii

GA,

GA, GA terminant Telluris Umbram. Lumen autem inter EF & BD ab Atmosphæra refractum, dispergitur inter GA & BD continuatas; & ultra A Mucronem Umbræ Telluris Lumina ab omnibus partibus accedentia confunduntur, sed recedendo a Tellure continuo debiliora sunt: itaut Umbra Atmosphæræ non sit Umbra perfecta, sed Lumen debile, quo Luna in Eclipsi visibilis est.

§. 107. Atmosphæræ Umbra est conica; quia Solis Diameter Atmosphæræ Diametrum, quæ vix a Telluris Diametro differt, superat; & Conus hic ad Martem non pertingit, ut ex Observationibus immediatis constat, & facile quoque ex eo deducitur, quod Umbræ Diameter, in Loco ubi ab Orbita Lunæ secatur, a Telluris Diametro vix quarta parte superatur.

§. 108. Ratiocinio simili illi, quo probavimus, Lunam in Atmosphæræ Umbram cadere, quando in Plenilunio Luna in Nodo, aut prope hunc datur, probatur Lunæ Umbram in Tellurem cadere in Novilunio, quando aut in Nodo, aut prope Nodum, Luna versatur; ideoque in hoc casu Solem Eclipsin pati; circa quam varia sunt notanda (1).

§. 109. Sit Sol S; (*Tab.* 2. *Fig.* 9.) Luna L: cadat hujus Umbra in Planum quodcunque in GH. Umbra hæc Penumbra circumdatur; nam ultra M & E Planum hoc ab integro Solis Hemisphærio illuminatur; ab M accedendo ad H, & ab E ad G, Lumen continuo minuitur, & in viciniis G & H Radii ab exigua tantum parte Superficiei Solis ad Planum perveniunt (2).

DE-

(1) At cum Luna multo minor sit Terra, nunquam illius umbra totum telluris discum suis tenebris involvere poterit, sed exigua modo hujus pars obscurabitur; & Eclipses hæ erunt omnes partiales; eæque solum Telluris partes in tenebris erunt, Solemque deficere videbunt, quæ Lunari umbra fuerint occupatæ. *Solis Eclipses* dicuntur, quamquam improprie, cum Sol suam lucem illibatam retineat, & tantum telluris partes, quas Lunaris umbra tangit, lumine privantur.

(2) Quo clarius hæc intelligantur, ducatur recta APM lævum Solis latus, dextramque Lunæ partem contingens; item DQE dextrum Solis, & lævum Lunæ latus lambens, quæ priorem secet in R. Si manente puncto R immobili, recta RPM, vel RQE indefinite protensa, & Lunæ globum semper contingens, circa axem per R & L transeuntem convertatur, superficies conica EQPM indefinita generabitur, umbram perfectam QGHP includens, & spatium etiam MPHGQE, quod umbram circumambit. Hoc spatium *Penumbra* dicitur, quia non a toto

to

DEFINITIO 9.

§. 110. Lux hæc imminuta, qua ab omni parte Umbra GH circumdatur, vocatur *Penumbra*.

§. 111. Simili *Penumbra* Telluris Umbra in Eclipsi Lunari circumdatur. Sed hæc tantum in viciniis Umbræ sensibilis est, & ideo exiguam habet Latitudinem; integra autem potest observari a Spectatore posito in Plano, in quod Umbra cadit, qui casus in Eclipsi Solari exstat. Spectator in I aut F Semi-diametrum Solis tantum videre potest, reliquum Diametri a Luna tegitur; & ab M progrediendo H versus, Sol a Luna continuo magis ac magis obtegitur, donec in ipsa Umbra plane invisibilis sit (1).

§. 112. Ex hisce sequitur Solarem dari Eclipsim, licet Lunæ Umbra Tellurem non tangat, si modo Penumbra ad hujus Superficiem perveniat.

Etiam non in omnibus Locis, in quibus Sol visibilis est, Eclipsin observari; & in Locis, in quibus observatur, diversam esse, prout Umbra, aut pars varia Penumbræ, per Locum transit.

Lunæ Eclipsis vero ubique eadem est, ubi Luna, durante Eclipsi, visibilis est.

---

to Solis lumine illustratur, sed tantum ab aliqua ipsius parte, quæ major est, vel minor, prout penumbræ partes magis ab umbra sunt remotæ, aut ad illam magis accedunt. Penumbra siquidem non ejusdem ubique est claritatis; partes quippe ipsius prope G & H, coni umbrosi oras, sunt obscuriores, quam prope E & M penumbræ terminos: illæ enim minori Solaris disci parte illustrantur, quam reliquæ ab axe coni magis remotæ. Spectator in I, vel F, dimidiam Solaris disci faciem spectabit, ut videre est ductis ab iisdem punctis per Lunæ oras Q & P rectis IPB, FQB, reliqua disci parte a Luna obtecta. In Solari itaque Eclipsi erunt tractus telluris Lunæ penumbra occupati, erunt & alii in umbram immersi, si scil. Telluris distantia a Luna minor sit umbræ lunaris altitudine: igitur quæ loca telluris occupantur ab umbra, ea Sol omnino latet, eritque eorum respectu totale Solis deliquium; sed quæ loca transit penumbra, Sol pro parte latebit, pro reliqua conspicuus erit, diciturque ea Solis defectio tantum *partialis Eclipsis*; quæ quidem major, vel minor erit, prout ea loca ad umbram magis, vel minus accedunt.

(1) Cum telluris umbra simili penumbra undique circumambiatur, Luna nequit ad ejus umbram pertingere, nisi prius penumbram subeat. Hinc intelligitur cur ingruente Eclipsis tempore, Luna expallere incipiat; magis autem magisque palleat, prout ad interiores penumbræ partes magis accedit, donec ad umbram cum tandem devenerit, penitus obscuretur; pallor enim oritur ex penumbra, obscuratio vero ab umbra.

Quando Umbra ipſa Lunæ in Tellurem cadit, *Totalis* dicitur Solis Eclipſis; ſi Penumbra tantum pertingat ad Tellurem, *Partialis* dicitur, illudque in genere conſiderando Eclipſin.

Quantum autem ad Loca peculiaria, *Totalis* dicitur in illis Locis, per quæ Umbra tranſit; *Centralis* in illis, per quæ Centrum Umbræ tranſit, id eſt, in quibus Centrum Lunæ tegit Solis Centrum; tandem *Partialis* dicitur, ubi Penumbra tantum tranſit. Vide Fig. 10. Tab. 2.

§. 113. Quo Umbra GH (*Tab.* 2. *Fig.* 9.) latior eſt, eo in pluribus Locis Eclipſis totalis eſt, & diutius Sol in totum obſcuratur. Diverſa vero eſt hæc Umbræ Latitudo, pro varia Lunæ a Tellure, & hujus a Sole, diſtantia.

§. 114. Si Solis Eclipſis detur, poſita Tellure in Perihelio, & Luna in Apogeo, id eſt, ad diſtantiam a Tellure maximam, Umbra Lunæ ad Tellurem non pertingit, & Luna integrum Solem non obtegit; Annularis talis dicitur Eclipſis; qualem in Figura 11. Tab. 2. exhibemus.

CAPUT VII.

De Phænomenis ex Motu Solis, Planetarum, & Lunæ circa Axes.

§. 115. SOlis Motus circa Axem ſenſibilis eſt ex Maculis, quæ in Solis ſuperficie ſæpiſſime obſervantur: hæ ſingulis Diebus Situm & Figuram mutare, & nunc celerius, nunc tardius ferri videntur, quæ omnia ex Motu Superficiei ſphæricæ facile deducuntur: & Sol, qui ſi tali Motu non agitaretur, ſemel tantum in integro Anno totam Superficiem Telluri ſucceſſive obverteret, nunc illam integram, in minori quam unius Menſis ſpatio, Terricolis videndam præbet.

Similia ſunt Phænomena ex Rotatione Jovis, Martis, & Veneris, circa Axes, qui Motus, ex Maculis in Planetarum Superficiebus, ſenſibiles ſunt. Conferantur ea, quæ ad §. 24. ſunt adnotata.

§. 116. Dum Tellus circa Axem rotatur, Spectator, qui transfertur, ſe quieſcere, omnia vero Corpora cæleſtia moveri, imaginatur. Confer quæ in Phyſicæ Elementis ad §. 997. adnotavimus.

DEFINITIO 1.

§. 117. Puncta in Sphæra Stellarum fixarum, in quibus Axis Telluris ab utraque parte continuatus pertingit, vocantur *Poli Mundi*; idemque axis continuatus, *axis Mundi* appellatur.

DEFINITIO 2.

§. 118. Motus apparens ex Motu Telluris circa Axem, vocatur *Motus diurnus*.

DEFINITIO 3.

§. 119. Concipitur Planum per Centrum Telluris transiens, ad hujus Axem perpendiculare, quaquaversum continuatum, & Circulus, in quo Sphæram Stellarum fixarum secat, vocatur *Æquator cælestis*.

In Motu Telluris circa Solem movetur Æquator, sed cum Planum hujus Circuli Motu parallelo feratur, Æquator cælestis non mutatur (1).

DEFINITIO 4.

§. 120. Circuli, quorum Plana per Axem Telluris transeunt vocantur *Meridiani*. Omnes per Polos Mundi transeunt, & ad Æquatorem perpendiculares sunt.

DEFINITIO 5.

§. 121. Arcus Meridiani cujuscunque, inter Æquatorem & Sidus interceptus, vocatur *Declinatio Sideris*, suntque adeo Meridiani Æquatoris secundarii.

§. 122. Sit in Tellure T (*Tab.* 3. *Fig.* 2.) Spectator, qui visum dirigit per TA; post aliquod Tempus, ubi Linea

(1) Quemadmodum per *secundarios* Eclipticæ, quodvis in Cælo punctum ad eandem Eclipticam potest referri, ita Æquator suos habet *secundarios*. Per Æquatoris, seu Mundi polos, & datum sydus hi circuli transeunt, Æquatorem idcirco ad angulos rectos intersecantes. Arcus Æquatoris inter initium Arietis, & punctum intersectionis *Secundarii* per datum sidus transeuntis, dicitur ejus sideris *ascensio recta*. Ejusdem vero *declinatio* est arcus *Secundarii* stellam inter & Æquatorem interceptus; estque *borealis*, vel *australis*, prout versus hunc, vel illum polum Stella declinat. Secundariorum Æquatoris sunt præcipui duo *Coluri* communiter dicti; quorum alter per puncta Æquinoctialia transiens *Colurus Æquinoctiorum* dicitur; alter priorem ad angulos rectos secans, & per Eclipticæ, & Æquatoris polos transiens dicitur *Colurus Solstitiorum*, quod scilicet Eclipticæ occurrit in punctis Solstitialibus, quæ ab Æquatore sunt remotissima.

T A Motu Telluris translata, erit in T *a*, si per eandem Lineam visum Spectator dirigat, Corpus A translatum apparebit per Arcum *a* A; ubi vero Linea ad pristinum situm T A redierit, Corpus integram Revolutionem peregisse videbitur. Si autem visum per Telluris Axem dirigat Spectator, quia dum Tellus rotatur, quiescit Axis, Corpus, quod in hoc videtur, non translatum apparebit; ideo in Polis Mundi Motus diurnus non observatur. Corpora autem in horum viciniis circa Polos rotari clarum est, & Corpus Motu diurno Circulum eo majorem describere circa Polum immobilem, quo magis ab hoc distat. Ideo tota Sphæra Stellarum fixarum circa Axem Telluris continuatum rotari videtur in eo Tempore, in quo Tellus revera circa Axem rotatur. Motus ergo diurnus communis est omnibus Corporibus cælestibus, nisi quatenus turbatur Motibus antea memoratis (1).

§. 123. Æquator ab utroque Polo æqualiter distat, & dividit Cælum in duo Hemisphæria, quorum Puncta media sunt Poli Mundi; qui ergo a singulis Punctis Æquatoris æqualiter distant; Corpora idcirco cælestia, quæ sunt in Æquatore, Motu diurno ipsum Æquatorem describere videntur, Circulum omnium maximum, qui Motu diurno describi potest; reliqua Corpora Circulos Æquatori parallelos describunt.

§. 124. Axis Telluris ad Planum Eclipticæ inclinatur, & efficit Angulum *66* gr. 31'; distant ideo Poli Mundi a Polis Eclipticæ Gradibus 23. 29'; & Angulum 23. gr. 29'. cum

(1) Cum Spectator in Telluris motu circa suum axem sibi quiescere videatur, corpora vero cælestia, ad quæ attendit, moveri, clare liquet, ubi linea T A in situm T *a* pervenit, corpus A per arcum *a* A motum fuisse sibi appariturum, scil. versus plagam contrariam ei, qua Tellus movetur. Cumque tellus ab occasu in ortum 24 horarum spatio circa axem suum revolvatur, sequitur universam Stellarum fixarum sphæram, seu Firmamentum, & in eo contenta quæque corpora ab ortu in occasum eodem temporis intervallo moveri apparere, præscindendo scil. ab omni alio motu, quo Astra contraria ratione, ab occasu sc. in ortum, ferri possunt. Id revolutionis tempus dicitur *dies Æquinoctialis*, quod scilicet labitur, donec punctum aliquod Æquatoris, vel ejus paralleli a Meridiano profectum, ad eundem Meridianum redit. Dies hic semper idem est & constans, eodemque 24 horarum intervallo semper absolvitur; & quemadmodum 360. Æquatoris gradus a dato quovis in eo puncto 24 horis percurruntur, ita 15 ejusdem gradus unius horæ intervallo absolventur, & unus Æquatoris gradus quatuor horæ minutis primis, 15 minuta prima Æquatoris unico horæ minuto.

cum Plano Eclipticæ efficit Planum Æquatoris (1). Planum utrumque per Telluris Centrum transit; cum autem hoc pro Centro Sphæræ Stellarum fixarum haberi possit, sequitur Æquatorem & Lineam Eclipticam esse Circulos majores, qui ad se mutuo inclinantur, & sese mutuo secant in duobus Punctis oppositis, principio Arietis, & principio Libræ; quæ Puncta in via Solis hisce intersectionibus determinantur.

§. 125. Quando Sol est in illis Punctis, Motu diurno Æquatorem describere videtur. Dum Motu suo apparenti in Ecliptica transfertur, continuo magis ac magis ab Æquatore recedit, augeturque hujus Declinatio, & Circulos de die in diem minores describit, donec ad distantiam maximam ab Æquatore pervenerit, quæ est 23. gr. 29': deinde iterum ad Æquatorem accedit, hunc prætergreditur, etiam ad 23. gr. 29', ad Polum oppositum accedens.

DEFINITIO 6.

§. 126. Circuli a Sole Motu diurno descripti, ab Æquatore maxime distantes, id est 23. gr. 29', vocantur *Tropici*.

Unus tangit Lineam Eclipticam in primo gradu Cancri, & dicitur *Tropicus Cancri*; alter *Tropicus Capricorni* nominatus, per primum Punctum Signi Capricorni transit, ibique Eclipticam Lineam tangit.

(1) Angulus 23. 29', quem Eclipticæ planum cum plano Æquatoris constituit, maximam notat ejusdem Eclipticæ declinationem, Coluri Solstitiorum arcu, inter ea duo plana intercepto, dimetiendam. Eam unanimiter omnes modo Astronomi post Cl. de le Hire observationes prope Æquatorem habitas, usurpant, constantemque & invariabilem habent. At Veteribus, Recentioribusque Astronomis alia fuit ejusdem declinationis mensura; Pytheas eam posuit grad. 23. 52'. 41'', Eratosthenes, Hipparchus, & Ptolomæus 23. 51' 20'', Copernicus 23. 28', 30'', Ticho 23, 30', 22''. Keplerus 23. 30'. 30'', Gassendus 23. 31'. Ricciolus & Hevelius 23. 30'. 20''. Suspicati sunt plures, iique celeberrimi Astronomi, veluti Copernicus, Ticho, Bullialdus, aliique, Eclipticæ declinationem variabilem esse, & inter ceteros nostro tempore Hugenius de Louville in Actis Eruditorum An. 1719. operose adstruit Eclipticæ obliquitatem singulis seculis uno minuto primo decrescere: idipsum existimasse Ægyptios auctor est Herodotus, ex quorum traditione refert Eclipticam ad circulum Æquinoctialem fuisse quondam perpendicularem, atque adeo per Mundi polos transisse. At obscurissima, & valde incerta hæc sunt, de quibus futuris seculis fortasse quidpiam statuere licebit; & interim præstat Eclipticæ declinationem constantem habere cum ceteris Astronomis, scil. grad. 23. 29'.

DEFINITIO 7.

§. 127. Polus Mundi Tropico Cancri vicinus, vocatur *Polus Arcticus*, & *Septentrionalis*; oppositus *Antarcticus* nuncupatur, etiam *Australis*.

DEFINITIO 8.

§. 128. Circuli a Polis Eclipticæ Motu diurno descripti, id est, a Polis Mundi 23. gr. 20. distantes, nominantur *Circuli Polares*.

Circulus Polaris Arcticus dicitur, qui Polum Arcticum circumdat; a Polo Antarctico alter nomen suum mutuatur.

§. 129. Superest Lunæ Motus circa Axem, cujus Effectus est, quod eadem Lunæ Facies in perpetuum Telluri obvertatur.

Sit Luna in N (*Tab.* 2. *Fig.* 7.), Facies Telluri obversa est *mni*; si Luna circa Axem non rotaretur, & singula Puncta per Lineas parallelas translata forent, Linea *mi* coincideret cum Linea *ln* in situ Lunæ in B, & Hemisphærium memoratum *mni* daretur in *lmn*; sed quia dum Luna quartam partem Orbitæ describit, etiam quartam partem Revolutionis circa Axem peragit, Facies, quæ daretur in *lmn*, nunc datur in *mni*, id est, iterum Telluri obversa. Eodem modo probatur hanc eandem Faciem *mni*, in situ Lunæ in P, Spectatori in Tellure esse conspicuam, & in E etiam Telluri obverti: ut & in omnibus aliis Punctis Orbitæ Lunæ. Continuo illa pars Faciei Lunæ, quæ hujus Motu in Orbita a Tellure avertitur, Motu ejusdem circa Axem huic obvertitur.

§. 130. Cum vero Motus circa Axem sit æquabilis, & in Orbita celeritate inæquali Luna feratur, contingit, versante Luna in Perigeo, id est, ad distantiam minimam a Tellure, ubi celerrime in orbita movetur, partem Superficiei, quæ ex Motu in Orbita, a Tellure avertitur, non totam ex Motu circa Axem huic obverti; ideo pars Superficiei Lunæ antea non visa, ad latus detegitur; quæ, ubi Luna pervenit ad Apogeum, iterum invisibilis est.

§. 131. Hac de causa Luna Motu quodam libratorio agitata videtur.

§. 132. Alius etiam in Luna observatur Motus libratorius. Siquidem Axis Lunæ ad Planum Orbitæ non est perpendicularis, sed paululum ad hoc inclinatur: Axis in Motu suo circa Tellurem Parellelismum servat, ut de Pla-

Planetis primariis dictum, idcirco Situm suum mutat respectu Spectatoris in Tellure, cui nunc unus, deinde alter Lunæ Polus visibilis est: unde hæc motu quodam vibratorio agitata videtur.

CAPUT VIII.

De Phænomenis Telluris Superficiem, & peculiares hujus Partes, spectantibus.

§. 133. PHænomena cælestia huc usque examinata explicavimus, Spectatorem considerando agitatum Motibus, quibus Tellus revera agitatur. Illum nunc Superficiei Telluris impositum, & per varias hujus partes translatum consideramus.

§. 134. Phænomenon primum hic notandum est, ex interposita Tellure, dimidium Cælorum visum fugere Spectatoris positi in illius Superficie.

DEFINITIO 1.

§. 135. Circulus in Cælis, qui separat partem visibilem ab invisibili, quando Radii inæqualitatibus in Telluris Superficie non intercipiuntur, vocatur *Horizon*.

Cum Altitudo, ad quam Spectator supra Telluris Superficiem possit attolli, admodum exigua sit, relata ad Telluris Semidiametrum, Oculus Spectatoris potest haberi pro posito in ipsa Superficie.

Sit Tellus T (*Tab.* 3. *Fig.* 4.); Spectator in S; P E *pe* Sphæra Stellarum fixarum; si per S concipiatur Planum HH Tellurem tangens, erit hoc Horizontis Planum, cujus sectio cum Sphæra Stellarum fixarum est Horizon. Per Centrum Telluris concipitur Planum *h h*, ad HH parallelum; Distantia *h* H insensibilis est, propter immensam Stellarum fixarum distantiam; potest ideo hujus Plani sectio cum Sphæra memorata pro Horizonte HH usurpari (1).

(1) Accurate loquendo duplex distingui debet Horizon, prior scilicet H H *physicus* & *sensibilis* dictus, quod reapse sensibilem & conspicuam cæli partem ab inconspicua distermi net; alter, ut *h h*, *Astronomicus* & *Rationalis* dicitur, quod scilicet ab Astronomis sola mente, non sensu concipiatur. Hic cum per centrum sphæræ Cælestis transeat, circulus est in ea maximus, eamque in duas æquales partes, seu duo hemisphæ-

DEFINITIO 2.

§. 136. Adſcenſus Siderum ſupra Horizontem, vocatur horum *Ortus*.

DEFINITIO 3.

§. 137. Deſcenſus infra Horizontem dicitur Siderum *Occaſus*.

DEFINITIO 4.

§. 138. Si per Centrum Telluris, & Spectatorem concipiamus Lineam, quæ neceſſario Horizonti perpendicularis eſt, inter Stellas fixas pertinget in Puncto Z, quod vocatur *Zenit*.

DEFINITIO 5.

§. 139. Punctum huic oppoſitum N vocatur *Nadir* (1).

DEFINITIO 6.

§. 140. Sectio Plani Meridiani per Spectatorem tranſeuntis cum Horizonte, vocatur *Linea Meridiana* (2); eaque a Septentrione ad Auſtrum dirigitur.

DEFINITIO 7.

§. 141. P*ars* Cælorum *rientalis* dicitur illa, ad quam Corpora cæleſtia ſupra Horizontem adſcendere videmus. Oppo-

ſp æria diſpeſcit. At horizon ſenſibilis per centrum non tranſiens in duo inæqualia ſegmenta ſphæram dividit, quæ tamen, ut alibi etiam obſervatum eſt, phyſice æqualia haberi poſſunt.

(1) Sunt adeo duo hæc puncta Z & N horizontis poli, & jure *puncta verticalia* appellantur, quod vertici, & pedibus Spectatoris perpendiculariter immineant. Hæc cum ad ſingulos Spectatoris inceſſus mutentur, patet utrumque horizontem fixum & immobilem circulum non eſſe, ſed variabilem.

(2) Hujus lineæ inſignis uſus eſt in Aſtronomia, Geographia, Gnomonica: invenitur facillime erigendo ex dato Plani horizontalis puncto perpendicularem ſtylum, ſeu gnomonem, cujus radici, ſeu puncto apici directe ſubjecto, ut centro, deſcribatur circuli circumferentia, in qua punctum notetur, quod ante Meridiem apicis umbra attingit. Rurſus poſt Meridiem ſimilis obſervatio fiat, ſigneturque ejuſdem circumferentiæ punctum ad quod apicis umbra pervenit. Interjectus inter hæc puncta circumferentiæ arcus bifariam dividatur, & per id biſectionis punctum, & circuli centrum recta linea ducatur; hæc erit quæſita Meridiana. Nam cum apicis umbra ante & poſt Meridiem eam circumferentiam attingat, Sol iiſdem temporibus a Meridiano æqualiter diſtat: linea ergo per centrum circuli, & ad medium punctum ducta in Meridiano plano eſſe debet; ſed ex hypotheſi eſt etiam in horizonte; ergo communis erit eorundem planorum ſectio. Quovis anni tempore, dum gnomonis umbra in ea linea verſatur, præciſe in eo loco fit Meridies.

Opposita Cæli pars, in qua infra Horizontem eadem Corpora descendunt, dicitur *Occidentalis*.

Hæ duæ partes linea Meridiana separantur, quam ad utramque partem ad Cælum usque in Plano Horizontis continuatam concipimus.

§. 142. *Punctum Orientis* illud est, in quo Perpendicularis ad lineam Meridianam, partem Orientalem versus per Spectatorem ducta, Sphæram Stellarum fixarum secat.

DEFINITIO 8.

§. 143. Punctum huic oppositum vocatur *Punctum Occidentis*.

DEFINITIO 9.

§. 144. *Amplitudo* alicujus sideris est Arcus Horizontis inter Punctum Orientis, aut Occidentis, & Punctum, in quo Sidus oritur, aut occidit, interceptus. Prima dicitur *Ortiva*, altera *Occidua*: utraque est aut septentrionalis, aut meridionalis; prout ad septentrionale aut meridionale hemisphærium spectat.

DEFINITIO 10.

§. 145. *Altitudo Sideris supra Horizontem* vocatur Arcus Circuli perpendicularis ad Horizontem, in cujus Centro est Spectator, inter Horizontem & Sidus interceptus.

§. 146. Quando agitur de Corporibus remotis, Altitudo sensibiliter non differt, sive Spectator detur in Superficie Telluris, sive in hujus Centro. Corpora minus distantia altiora apparent, posito Spectatore in Centro.

DEFINITIO 11.

§. 147. Differentia Altitudinis Sideris, pro diverso situ Spectatoris, in Centro, aut in Superficie Telluris, vocatur *Sideris Parallaxis* (1).

§. 148.

---

(1) Siderum parallaxim jejune nimis hic Auctori indicatam præstat apposito schemate paulo fusius in Tironum gratiam explicare. Sit (*Fig.* 2. *Tab.* 4. *Astron*) T Telluris centrum, quod & Sphæræ Cælestis centrum etiam supponimus: A sit oculus Spectatoris in terræ superficie, ejusque vertex seu Zenit P: circulus PHI referat Cælum Stellatum, linea A E D horizontem sensibilem, T I rationalem. In horizontali linea A D jaceat sidus C, quod si ab oculo A inspiciatur, ad punctum D Cæli stellati in eadem horizontali linea referetur, qui *locus* ejus *apparens* dicitur. Quod si idem sidus e Telluris centro T spectetur, in G apparebit, arcu DG supra horizontem elevatum, qui dicitur ejusdem sideris *locus verus*; & arcus G D differentia inter locum verum & visum, dicitur *Parallaxis Altitudinis* & simpliciter *Parallaxis* ejus sideris

§. 148. Solius Lunæ Parallaxis Obſervationibus determinatur,

Quod ſi idem ſidus ſupra horizontem altius elevetur, puta ex C in M venerit, ejus locus verus a telluris centro viſus eſt O; viſus vero a ſuperficiei puncto A eſt H, & parallaxis eſt arcus O H, qui arcu G D minor eſt. Hinc patet ſideris in horizonte exiſtentis parallaxim eſſe omnium maximam; quo altius attollitur ſidus, eo minorem fieri parallaxim, donec cum ad verticem ſidus pervenerit, nulla illa ſit; ſi quidem cum in Q datur phænomenon, id tam ex A, quam ex T conſpectum, in eadem recta T P videtur, nullaque tum eſt differentia inter locum verum & viſum.

Quo remotius fuerit a Terra ſidus, eo minor fit ejus parallaxis, ita ſideris E e tellure longius remoti parallaxis eſt F D, quæ minor eſt parallaxi D G ſideris C minus a tellure diſtantis: item ſideris N parallaxis eſt O L minor parallaxi O H propioris ſideris M.

Ex dictis liquet parallaxim eſſe differentiam inter diſtantiam ſideris a centro telluris viſi a vertice, & eam quæ ab eodem vertice datur, dum a telluris ſuperficie conſpicitur, ita O L eſt differentia inter arcum P O & P L; G D eſt differentia inter arcum P G, & P D.

Diſtantiam ſideris N a centro T conſpecti, a vertice P, metitur angulus P T N, diſtantiam vero apparentem ex telluris ſuperficiei puncto A, ſcilicet arcum P L, metitur angulus P A L. Horum angulorum differentia eſt angulus T N A, ob angulum externum P A L duobus internis A T N, A N T, per 32. l. 1., æqualem. Hic ergo angulus A N T, vel ad verticem oppoſitus O N L parallaxim metitur, qui idcirco & *parallaxis*, & *angulus parallacticus* etiam appellatur.

Eſt autem hic angulus parallacticus ubique ille, ſub quo Terræ ſemidiameter per obſervatoris locum ducta e ſidere videretur: hinc ubi ea ſemidiameter directe videtur, ut cum in horizontali linea A D reperitur ſidus, is angulus eſt maximus; nullus vero eſt, cum ſidus in vertice reperitur, & aſcendendo ab horizonte ad verticem perpetuo minuitur ſecundum hanc rationem, *ut ſinus parallaxis ſit ad ſinum diſtantiæ ſideris a vertice, in conſtanti ratione ſemidiametri telluris ad ſideris diſtantiam ab ejuſdem telluris centro*. Siquidem, per notiſſimum Trigonometriæ theorema, in triangulo A N T eſt ſinus anguli A N T ad ſinum anguli N A T, ſeu N A P, ut A T ad T N, ſcilicet, in conſtanti ratione ſemidiametri telluris ad ſideris diſtantiam ab ejuſdem centro.

Hinc facile colligitur ſinum parallaxis ſideris, puta in C, ad ſinum parallaxis ejuſdem in M eſſe, ut ſinus anguli P A C ad ſinum anguli P A M: quamobrem ſi detur ſideris parallaxis in aliqua ejus a vertice diſtantia, puta in horizonte exiſtentis, dabitur quoque ejuſdem parallaxis in alia quacunque ab eodem vertice diſtantia.

Colligitur etiam, data ſideris alicujus a Telluris centro diſtantia, dari etiam ejus parallaxim, & vice verſa data ſideris parallaxi, dari quoque ejuſdem a Telluris centro diſtantiam. Nam in triangulo AET rectangulo in A ex datis ſemidiametro telluris TA, & E T diſtantia ſideris, invenietur per trigonometriam angulus A E T parallaxis ſideris horizontalis. Et viciſſim in eodem triangulo dato angulo AET, angulo recto in A, & ſemidiametro telluris A T, datur quoque diſtantia ſideris T E, tum A E.

Hinc tandem liquet parallaxis quantitatem dependere a ratione, quam ſemidiameter telluris habet ad phænomeni vel ſideris diſtantiam; quæ ratio cum exiguiſſima ſit, & reſpectu fixarum fere infiniteſima, nil

natur, quæ, Luna in horizonte exiſtente, gradui & amplius æquatur: reliquorum Corporum Syſtematis Planetarii diſtantiæ nimiæ ſunt, ut cum Semi-diametro Telluris conferantur; & Parallaxis pendet a ratione, quam Semi-diameter Telluris ad diſtantiam Planetæ habet; idcirco ipſius Martis in oppoſitione cum Sole Parallaxis obſervationes ſubtiliſſimas effugit.

§. 149. Ubi Parallaxis datur, adſcenſu corporis ſupra Horizontem minuitur, & in Zenit nulla eſt.

§. 150. Altitudo apparens Siderum mutatur etiam ex alia cauſa, quæ reſpectu omnium corporum cæleſtium indiſcriminatim locum habet. Ex Atmoſphæræ refractione radii inflectuntur, & Sidera altiora apparent; quo tamen altiora ſunt, eo minor eſt hæc Inflexio, quia radii minus oblique in Atmoſphæræ ſuperficiem incidunt. In Zenit refractio nulla eſt, etiam ad diſtantiam viginti, aut triginta graduum a Zenit ſenſibilis non eſt.

Cum ex hac Refractione Sidera attollantur, viſibilia ſunt antequam ad Horizontem perveniant. Conferantur ea, quæ cap. 28. §. 877. in his Phyſicæ Elementis dicta ſunt.

§. 151. Hæc omnia generaliter Telluris ſuperficiem ſpectant; hujus variæ partes nunc ſunt examinandæ: determinantur hæ referendo ad Tellurem varios Circulos, quos in Cælis antea conſideravimus. Ad Tellurem referuntur Æquator, Meridiani, Tropici, Circuli Polares: quibus Circulis Telluris Superficies dividitur, ut Circulis in Cælis Sphæra Stellarum fixarum. Et Circuli hi ita ſibi mutuo reſpondent, ut ducta Linea ex centro Telluris ad Circulum in Cælis, hæc per Circulum reſpondentem in Tellure tranſeat. Si Poli fuerint P, *p*; (*Tab.* 3. *Fig.* 9.) Æquator erit E *e*; Tropici T T, *t t*; Circuli Polares A A, *a a*.

DEFINITIO 12.

§. 152. *Meridianus Loci* dicitur ille, qui per Locum ipſum & terræ polos tranſit.

Hu-

nil mirum ſi earum parallaxis nullis ſenſibilibus & accuratis menſuris poſſit definiri. Si ſtella longius 15000 ſemidiametris terreſtribus a telluris centro abſit, ejus parallaxis etiam horizontalis inſenſibilis erit; etenim ſi ET ſit ad TA, ſeu radius ad ſinum anguli TEA, ſit ut 15000 ad 1., invenietur angulus TEA minor ſcrupulis ſecundis 13, qui tam exiguus eſt, ut nullis inſtrumentis poſſit obſervari.

Hujus Planum ad Horizontem eſt perpendiculare; quia per centrum Telluris & Spectatorem tranſit (1). Linea Meridiana in Loco quocunque ducta eſt pars Meridiani Loci.

DEFINITIO 13.

§. 153. *Latitudo Loci* eſt hujus diſtantia ab Æquatore, id eſt, Arcus Meridiani interceptus inter Locum & Æquatorem.

DEFINITIO 14.

§. 154. *Circuli paralleli ad Æquatorem*, vocantur Circuli Latitudinis; ut *Bb*. (*Tab.* 3. *Fig.* 9.)

Determinata Latitudine Loci, determinatur Circulus Latitudinis, qui per Locum tranſit. Ut autem ſitus variorum Locorum inter ſe conferantur, in ſingulis Circulis Loca notanda ſunt; quod fit concipiendo Meridianum per Locum quemcunque notabilem tranſeuntem, qui, ſectione ſua, in ſingulis Circulis Latitudinis, Punctum determinat, a quo diſtantiæ locorum menſurantur.

DEFINITIO 15.

§. 155. Meridianus memoratus, ad arbitrium ſumtus, vocatur *Primus Meridianus* (2).

DEFINITIO 16.

§. 156. Diſtantia Loci a primo Meridiano, in Circulo Latitudinis Loci, vel Æquatoris menſurata, vocatur *Loci Longitudo*.

§. 157. Aſtronomi omnia referunt ad Meridianum Loci, in quo Obſervationes ſuas inſtituunt.

§. 158. In explicandis Phænomenis, quæ varias Telluris Superficiei partes ſpectant, conſiderabimus Spectatorem a Polo Æquatorem verſus incedentem; ſolumque Motum diurnum primo conſiderabimus.

§. 159. Quando Spectator in ipſo Polo Telluris T datur in S, (*Tab.* 3. *Fig.* 3.) cum Horizonte coincidit Æquator cæleſtis E*e*, & Polus Mundi P eſt in Zenit; in hoc caſu, quia Circuli ad Horizontem paralleli, etiam ad Æqua-

(1) Qui a Borea verſus Auſtrum, vel viciſſim, in Superficie terreſtri incedunt, eundem habent omnes Meridianum, ut patet; at cum indefinenter eo in inceſſu locorum vertices ad diverſa ejuſdem meridiani circumferentiæ puncta referantur, eadem loca diverſos habere debent horizontes, diverſis ſcilicet verticalibus punctis, quæ eorundem horizontalium circulorum ſunt poli, reſpondentes. At incedentibus ex ortu in occaſum, vel viciſſim, ad ſingulos inceſſus cum meridiani, tum horizontes perpetuo mutantur, ut conſideranti facile patet.

(2) Hunc Auctores varii pro libitu quiſque ſuo varium ſtatuerunt; ſed communiter modo a Geographis præſertim Gallis primus Meridianus definitus eſt tranſire per inſulam Ferri ex Canariis, Palmæ inſulæ verſus Occaſum proximam.

Æquatorem paralleli ſunt, omnia corpora cæleſtia motu parallelo ad Horizontem moveri videntur in Circulis, qui repræſentantur per lineas A *a*, B *b*. Corpora cæleſtia in Hemiſphærio E P *e* nunquam occidunt; reliqua nunquam videntur. Horizon in hoc ſitu dicitur *parallelus*, aut *Sphæra parallela* (1).

§. 160. Si Spectator in Tellure T (*Tab.* 3. *Fig.* 4.) a Polo recedat, & detur in S, Horizon dicitur *obliquus*, aut *Sphæra obliqua*; Axis P *p* nunc inclinatur ad Horizontem *h h*, eo magis, quo Spectator magis a Polo removetur.

DEFINITIO 17.

§. 161. Angulus, quem Axis Telluris cum Horizonte efficit, vocatur *Altitudo Poli*.

Hæc Poli Altitudo æqualis eſt Latitudini. Altitudo Poli eſt Angulus P T *h*, cujus menſura eſt Arcus Meridiani P *h*; Latitudo menſuratur Arcu, qui in Tellure reſpondet Arcui Z E in Cælis. Hic autem æqualis eſt Arcui P *h*; utriuſque enim complementum ad quadrantem Circuli eſt Arcus Z P.

§. 162. In hoc ſitu Spectatoris, quia Æquator ad Horizontem inclinatur, omnia Corpora cæleſtia in Circulis ad Horizontem inclinatis, Lineis A *a*, B *b*, repræſentatis, Motu diurno feruntur.

Quædam Corpora cæleſtia in ſingulis Telluris Revolutionibus oriuntur, & occidunt, illa nempe, quæ dantur inter parallelos ad Æquatorem B *b* & *h* i; quia omnes paralleli inter hos Horizonte ſecantur.

Plana Æquatoris & Horizontis per Telluris centrum tranſeunt; hi circuli ideo ſeſe mutuo ſecant in duas partes æquales, & dimidium Æquatoris ſupra Horizontem datur; idcirco Corpora cæleſtia, quæ in Æquatore ſunt, per Semi-revolutionem Telluris circa Axem, ſupra Horizon-

(1) Cum in hac Sphæræ poſitione Æquator plane congruat cum horizonte, ſex Zodiaci ſigna, quæ ſunt in hæmiſphærio poli conſpicui perpetuo ſupra horizontem manebunt, & ſex reliqua perpetuo infra horizontem: hinc quamdiu Sol in ſex illis prioribus ſignis verſatur, tandiu ſupra horizontem nobis conſpicuus erit; infra illum vero latebit, quamdiu per reliqua ſex abripietur. Erit ergo hanc Sphæræ poſitionem incolentibus una tantum dies, unaque nox, utraque nimirum ſex menſium. Maxima Solis altitudo ſupra horizontem 23. grad. & min. 30. non excedit; tantundem infra horizontem deprimi poteſt; tanta ſiquidem eſt Solis ab Æquatore, qui cum horizonte congruit, declinatio.

zontem verſantur; & propter æquabilitatem Motus circa Axem, per æquale Tempus inviſibilia ſunt.

Hæc etiam in puncto Orientis oriuntur; & in puncto Occidentis infra Horizontem cadunt; nam Sectio Planorum Æquatoris, & Horizontis perpendicularis eſt ad Planum perpendiculare ad ambo illa Plana; hoc autem eſt Planum Meridiani Loci; quare Sectio memorata ad Lineam Meridianam normalis eſt; ideoque per puncta Orientis & Occidentis tranſit.

Corpora inter Æquatorem & parallelum B *b*, qui Horizontem tangit, ut in Circulo A *a*, diutius ſupra Horizontem, quam infra Horizontem verſantur; & differentia hæc eſt eo major, quo magis Circulus, ut A *a*, ad Polum, qui ſupra Horizontem datur, accedit; contra, ex acceſſu corporis ad Polum oppoſitum, minuitur mora ſupra Horizontem.

Inæqualitas hæc inter moram corporis ſupra Horizontem & moram infra Horizontem augetur cum aucta altitudine Poli, propter diminutionem anguli ab Æquatore & ejus parallelis cum Horizonte effecti.

Corpora, quorum diſtantia a Polo æqualis eſt hujus Altitudini, nunquam occidunt; talis enim eſt diſtantia Circuli B *b*, qui Horizontem tangit, & cujus pars nulla infra Horizontem pervenit. Corpora, a Polo minus diſtantia, ne quidem ad Horizontem pertingunt.

Simili ratiocinio patet corpora, quorum diſtantia a Polo oppoſito non ſuperat altitudinem Poli, nunquam ſupra Horizontem adſcendere, & ſemper inviſibilia eſſe.

Per Zenit Z tranſeunt corpora, quorum diſtantia E Z ab Æquatore æqualis eſt altitudini Poli; æqualis enim E Z eſt Latitudini Loci, cui æqualis Poli altitudo.

§. 163. Quando ſpectator S (*Tab.* 3. *Fig.* 5.) a Polo quantum poteſt receſſit, ad Æquatorem pervenit, cujus puncta æqualiter ab utroque Polo diſtant, tunc Axis P *p* in Horizonte datur, cum quo Æquator angulum rectum efficit; quare *Horizon* dicitur *rectus*, aut *Sphæra recta*.

Horizon in duas partes æquales ſecat omnes Circulos parallelos ad Æquatorem, qui per Lineas A *a*, B *b* repræſentantur; ideo omnia Corpora cæleſtia, ſingulis Telluris Revolutionibus ad horizontem perpendiculariter oriuntur, & occidunt, & per tempora æqualia viſibilia ſunt, & latent; ideoque perpetuum erit æquinoctium.

Ipse Æquator per Zenit transit; ideoque omnia corpora, quæ in hoc dantur, singulis diebus ad Zenit accedunt.

§. 164. Si, quæ de Motu diurno explicavimus, ad corpora applicentur, de quorum aliis motibus apparentibus antea actum, facile determinantur Phænomena ex motibus conjunctis.

Quæ Solem spectant, ceteris notabiliora sunt, & ideo peculiariter explicanda.

DEFINITIO 18.

§. 165. *Dies Naturalis* vocatur Tempus lapsum inter recessum Solis a Meridiano Loci, & accessum sequentem ad eundem Meridianum.

Dies hic differt a Tempore Revolutionis Telluris circa Axem, seu a die æquinoctiali; quæ Tempora æqualia forent, si immobilis inter Stellas fixas appareret Sol; sed dum Motu diurno, in Tempore unius revolutionis Telluris circa Axem, Sol circumfertur ab Oriente in Occidentem, id est, in antecedentia, motu contrario in Ecliptica movetur, & hac de causa tardius ad Meridianum pertingit.

§. 166. Cum autem non singulis diebus Sol spatium æquale percurrat in Ecliptica, ob diversam indesinenter ejus velocitatem majorem semper in Telluris perihelio, minorem in aphelio, non æqualiter singuli dies naturales excedunt revolutionem Telluris circa Axem; ideoque dies hi sunt inæquales inter se.

§. 167. Etiam alia ex causa dies naturales inæquales sunt; nempe ex inclinatione Eclipticæ respectu Æquatoris; unde sequitur inæqualiter, in variis punctis, ad Æquatorem viam annuam inclinari; & licet æqualiter in Ecliptica singulis diebus progrederetur Sol, non æqualiter dies naturales tempus revolutionis Telluris circa Axem excederent; nam resoluto motu Solis in duos motus, quorum unus parallelus sit Æquatori, alter huic perpendicularis, ille solus considerandus erit in determinando excessu memorato, & inæqualem esse ex diversa inclinatione indicata, ut & ex diversa distantia Solis a Polo, clarum est (1). Hæ causæ inæqualitatis sæpe concurrunt, sæpe contrarie agunt.

§. 168.

(1) Ad majorem horum intelligentiam fingamus Solem per Eclipticam moveri ab occasu in ortum motu æquabili, ita ut æqualibus tempo-

§. 168. Dies ſinguli naturales dividuntur in viginti quatuor partes æquales, quæ Horæ dicuntur. Singulæ Horæ dividuntur in Minuta ſexaginta, & ſingula Minuta in Minuta ſecunda ſexaginta, & ſic ulterius. Partes has temporis in variis diebus variare ex dictis clare patet.

§. 169. Ad æqualitatem ab Aſtronomis reducuntur, conſiderando numerum horarum in una, aut pluribus Solis revolutionibus in Ecliptica, & totum Tempus in tot partes æquales dividendo, quot dantur horæ; quarum viginti quatuor pro uno die habentur.

DEFINITIONES 19. & 20.

§. 170. Tempus, cujus partes hac methodo ad æqualitatem reducuntur, vocatur *Tempus medium*; & ipſa reductio vocatur *Temporis Æquatio*.

De diebus & horis Temporis medii ſemper agitur in determinandis periodis Motuum cæleſtium.

DEFINITIO 21.

§. 171. *Dies Artificialis* eſt mora Solis ſupra Horizontem. De hoc ſemper agitur, quando de die loquimur, hunc opponendo nocti. In determinanda dierum artificialium longitudine ad temporis Æquationem non attendimus.

§. 172. Ortum Solis ſemper præcedit, & Occaſum inſequi-

temporibus æqualia ſpatia percurrat. Itaque in hac hypotheſi dies naturalis componetur ex die æquinoctiali, & ex illo temporis intervallo, quo arcus Eclipticæ ſingulis diebus a Sole deſcriptus tranſit per Meridianum. Sed quamvis Sol æquales Eclipticæ arcus ſingulis diebus peragrare ponatur, non idcirco dies naturales æquales erunt inter ſe; nam ob Eclipticæ obliquitatem æquales Eclipticæ arcus inæqualibus temporibus tranſeunt per Meridianum. Siquidem ſi fingatur Ecliptica tota diviſa in partes 360 inter ſe æquales, perque ſingula diviſionum puncta totidem declinationum circuli tranſire ponantur, hi Æquatorem ſecabunt etiam in partes 360, quæ tamen, ut facile conſideranti patet, inæquales erunt: jam vero quo tempore quævis ejuſmodi Æquatoris pars per Meridianum tranſit, eodem tempore reſpondens Eclipticæ pars per eundem Meridianum tranſibit; ſed partes Æquatoris, utpote inæquales inæqualibus temporibus per Meridianum tranſeunt; igitur & reſpondentes Eclipticæ partes, ut ut æquales, inæqualibus tamen temporibus per Meridianum tranſire debent. Etſi igitur Sol per Eclipticam æqualiter moveretur, dies tamen naturalis mutationi obnoxius eſſet ex Eclipticæ obliquitate. At inæquabiliter Sol per Eclipticam fertur, uti vidimus; duplici igitur ex cauſa dies naturales inæquales erunt; quarum quidem altera alteram quandoque juvat ad augendam eam dierum inæqualitatem, aliquando altera alteri opponitur, uti Auctori obſervatum eſt.

sequitur *Crepusculum*; hoc nomine designamus lucem illam dubiam, quæ vulgo *Aurora & Vesper* vocatur. Crepusculorum causa est Atmosphæra, quæ radiis solaribus illustratur, & cujus particulæ lumen quaquaversum reflectunt; unde radii quidam ad nos perveniunt, licet Sol octodecim gradibus infra Horizontem deprimatur. Confer ea, quæ ad §. 1123. hujus Physicæ sunt adnotata.

§. 173. In Sphæra recta, id est, pro omnibus, qui sub Æquatore vivunt, dies & noctes per totum annum sunt æquales inter se, nempe duodecim horarum.

§. 174. In Sphæra obliqua dies majores aut minores sunt, pro varia distantia Solis ab Æquatore, unum aut alterum Polum versus, quos versus ab Æquatore recedit 23 gr. 29'.

§. 175. In ipso Æquatore datur circiter 21. Martii, & 23. Septembris, & dies nocti æquatur, quod ubique terrarum obtinet, solis Polis exceptis.

DEFINITIO 22.

§. 176. Puncta Eclipticæ, in quibus ab Æquatore secatur, vocantur *Æquinoctialia*. Quia in his punctis versatur Sol, ubi datur æqualitas memorata dierum & noctium.

DEFINITIO 23.

§. 177. Puncta Eclipticæ, in quibus Tropici Circulum hunc tangunt, dicuntur *Solstitialia*. Quia per aliquot dies, quando ad hæc accedit Sol, & ultra transit, hic sensibiliter declinationem non mutat; & sensibiliter dierum longitudo non variatur.

§. 178. Sub Polis, si dentur Incolæ, semel in anno Solem orientem & occidentem observant; & dies unicus cum unica nocte integrum annum absolvunt. Confer adnotata ad §. 160. hujus tractatus. Supra Horizontem versatur Sol, dum dimidiam Eclipticæ partem percurrit, per reliquum Tempus sub Horizonte latet. Dies tamen protrahitur ex Refractione, & Crepuscula sunt admodum diuturna; durant enim, quamdiu Declinatio Solis Polum latentem versus non superat 18. gr.

§. 179. Respectu Poli Arctici in sex Signis primis, ab Ariete ad Libram, Sol supra Horizontem versatur; ideo in hoc Polo dies noctem superat novem diebus naturalibus, præter diminutionem noctis ex Refractione.

§. 180. Hisce generalioribus, quæ spectant diversos Horizontis situs, expositis, quædam magis peculiaria sunt examinanda.

§. 181. Dividitur tota Telluris superficies in quinque Zonas. Prima inter duos Tropicos TT, *tt* (*Tab.* 3. *Fig.* 9.) continetur, & vocatur *Zona Torrida*; duæ dantur *Temperatæ*, & duæ *Frigidæ*. *Temperata* Septentrionalis, Tropico Cancri TT, & Circulo Polari Arctico AA terminatur: Zona Temperata Australis inter Tropicum *tt*, & Circulum Polarem *aa* continetur. *Frigidæ Zonæ* Circulis Polaribus circumscribuntur, & Poli harum centra occupant.

§. 182. In Zona Torrida altitudo Poli minor est 23 gr. 29'. & distantia Solis ab Æquatore Polum versus qui supra Horizontem datur, bis in anno æquatur altitudini Poli; ideo bis in anno in meridie per Zenit transit Sol. Ex qua eadem ratione in ipsis Zonæ hujus limitibus, sub Tropicis nempe, semel tantum ad Zenit accedit Sol in integro anno.

§. 183. In Zonis Temperatis & Frigidis altitudo Poli minima excedit maximam distantiam Solis ab Æquatore; ideo nunquam in hisce per Zenit transit Sol. Ad majorem tamen altitudinem eodem die ascendit Sol, quo minor est altitudo Poli; quia eo minor etiam est Inclinatio Circulorum Motus diurni ad Horizontem.

§. 184. In Zona Torrida, & Zonis Temperatis singulis diebus naturalibus oritur & occidit Sol; nam distantia Solis a Polo semper superat Poli altitudinem. Inæquales tamen ubique, solo Æquatore excepto, sunt dies artificiales inter se, quæ inæqualitas eo major est, quo minus a Zona Frigida locus distat.

§. 185. In Circulis autem Polaribus, in quibus Zonæ Temperatæ Frigidis separantur, altitudo Poli æqualis est distantiæ Solis a Polo, quando datur in Tropico vicino; ideoque in hoc casu, id est, semel in anno, integram Sol in Motu diurno peragit revolutionem, in qua infra Horizontem non descendit.

§. 186. Ubique autem in Zona Frigida altitudo Poli superat distantiam minimam Solis a Polo; idcirco per aliquot revolutiones Telluris datur Sol ad distantiam a Polo illa altitudine Poli minorem, & per totum hocce tempus non occidit, ne quidem ad Horizontem pertingit. Ubi autem distantia a Polo in recessu Solis ab hoc, altitudinem Poli, aut loci latitudinem superat, singulis diebus naturalibus

ori-

oritur & occidit Sol; deinde infra Horizontem motu Polum oppositum versus, eodem modo moratur, ac de motu supra Horizontem dictum. Tempora hæc, in quibus Sol integras revolutiones supra Horizontem, & infra Horizontem, in motu diurno peragit, eo majora sunt, id est, dies & nox longissimæ eo diutius durant, quo locus in Zona Frigida minus a Polo distat, donec tandem in ipso Polo integrum annum absorbeant.

§. 187. Ex eadem causa, obliquitate nempe Eclipticæ respectu Æquatoris, ex qua profluunt, quæ dierum inæqualitatem in variis Locis diversam spectant, deducimus etiam diversitatem Tempestatum, quæ singulis Annis sibi mutuo succedunt: de his respectu Zonarum Frigidarum & Temperatarum primo, deinde respectu Zonæ Torridæ, agam.

§. 188. Radii Solares calorem Aeri communicant, non quidem dum directe a Sole procedunt, sed cum a corporibus, aut Telluris superficie irregulariter reflectuntur. Effectus hic eo major est, quo radii minus oblique in Telluris superficiem incurrunt; & quidem ex duplici causa. 1. Resoluto Motu luminis in duos, quorum unus ad superficiem parallelus est, alter perpendicularis; hoc solo in corpora lumen agit, & hic, aucta obliquitate, minuitur. 2. In eamdem superficiei Telluris partem eo majori numero agunt radii, quo magis directe accedunt (1).

§. 189. Ex hisce deducimus, causas caloris augeri, dum ex accessu Solis versus Polum, qui supra Horizontem datur, dies crescunt; quia de die in diem ad majorem altitudinem adscendit Sol; itaut imminutæ obliquitati sese

V 2 jun-

(1) Iidem radii (*Fig.* 3. *Tab.* 4. *Astron.*) SA, SB &c, qui perpendiculariter incidunt in superficiem AB, oblique incidant in superficiem BC, & magis adhuc oblique in superficiem BD: patet superficiem BC majorem esse superficie BA, & illa adhuc majorem superficiem BD. Hinc intelligitur quamobrem in æstate, etsi Tellus longius a Sole distet, quam hyeme, magis tamen tum Tellus incalescat; quod scilicet hyeme lucis radii obliquius, quam æstate Terram feriant. Æstate vero longius a Tellure abesse Solem, quam hyeme, observationibus constat, quibus deprehensum est Solis apparentem diametrum majorem esse hyeme, quam æstate; hyeme cum maximus apparet Sol, ejus diameter videtur sub angulo 32′ 47″, æstate cum minimus sub angulo 31′ 40″, quæ differentia minuto major est. Æstate præterea tardius in motu suo incedit Sol, quam hyeme; quod argumento est Tellurem tum esse apheliam, hyeme vero periheliam.

jungat mora diuturnior Solis supra Horizontem, quæ ad augendum calorem concurrit; etiam dum dies crescunt, noctes minuuntur, & per tempus brevius decrescit calor de die acquisitus.

§. 190. In Zonis Septentrionalibus, ut ex hisce sequitur, causa caloris est omnium maxima, cum Sol Tropicum Cancri attingit. Quotannis tamen experimur in nostris regionibus calorem æstivum post digressum Solis a tropico crescere, & annum maxime fervere circa finem mensis Julii, cum integro fere signo a Tropico distat Sol: ratio est, quia non ubi causa caloris est maxima, ipse calor est maximus; nam hic augetur, quamdiu calor interdiu acquisitus non in totum de nocte tollitur; licet enim quotidiana augmenta minuantur, quamdiu augmentum datur, crescit calor. Sic etiam frigus maxime intensum non est in die brevissima, in qua Radiorum solarium obliquitas est maxima, & absentia Solis maxime diuturna; sed frigus crescit, quamdiu diminutio caloris durat; circa quam idem ratiocinium, quam circa caloris augmentum, institui potest (1).

§. 191. Dividitur Annus in quatuor Tempestates; calidissima vocatur *Æstas*; maxime frigida *Hyems*; temperata, quæ Hyemem sequitur, *Ver*; *Autumnus* Æstatem ab Hyeme separat.

§. 192. In regionibus Septentrionalibus, in initio Veris, Sol in Principio Arietis apparet: in initio Æstatis Sol ad Tropicum Cancri pertingit. Ubi Sol ad Principium Libræ pervenit, inchoatur Autumnus: Tropicum Capricorni percurrit Sol motu diurno in initio Hyemis, quæ omnia ex explicatis facile deducuntur.

§. 193. In regionibus Australibus Æstas cum Hyeme memorata coincidit, Ver cum Autumno, & vice versa.

§. 194.

(1) Actio Solis, qua corpora calefiunt, non est transiens, sed permanens, itaut corpus semel a Sole calefactum, post ejus discessum per aliquod tempus calefactum maneat. Ponamus itaque interdiu lucente Sole centum caloris gradus regionibus nostris communicari, nocte vero, quæ die brevior est, quinquaginta caloris gradus avolare, totidem superstitibus; proxima vero die eadem fere vi agens Sol alios centum caloris gradus iisdem regionibus immittat, quorum quinquaginta tantum in nocte evadant; adeoque initio tertii diei centum caloris gradus erunt superstites. At decrescentibus diebus, & crescentibus noctibus, fiet tandem ut plures absente Sole effugiant caloris gradus, quam die recipiuntur; quo fit ut calor minui augeri vero frigus jugiter debeat.

§. 194. Causæ generales, a quibus divisio memorata pendet, sæpe turbantur causis peculiaria loca spectantibus; præcipue in Zona Torrida, de qua separatim agendum diximus. In plerisque hujus Zonæ locis duæ tantum observantur Tempestates, Æstas & Hyems, quæ siccitate & humiditate potissimum distinguuntur.

Quando Sol ad Zenit alicujus Loci accedit, pluviæ dantur fere continuæ, unde calor minuitur; quod tempus ad Hyemem refertur. Recedente Sole minuuntur pluviæ, calor augetur, & tempus hoc ad Æstatem pertinet.

In medio Zonæ Torridæ duæ dantur Æstates, & totidem Hyemes; quia bis ad Zenit accedit Sol.

Ad latera hujus Zonæ, licet Sol bis ad Zenit accedat, cum inter accessus breve tempus interlabatur, ambæ Hyemes confunduntur; quare duæ tantum Tempestates in integro Anno observantur.

CAPUT IX.

De Phænomenis ex Motu Axeos Telluris.

§. 195. TElluris Axem Motu parallelo transferri diximus; non consideravimus motum exiguum, quo revera agitatur, de quo nunc agendum nobis est.

§. 196. Axis Telluris, servata Inclinatione *66.* Gr. 31'. ad Planum Eclipticæ, in antecedentia revolvitur, id est, successive omnes partes versus dirigitur; & hujus extremitates, Poli nempe Mundi, circa Polos Eclipticæ circulos describunt, ab Oriente Occidentem versus. Hæc autem revolutio absolvitur tempore fere viginti sex millium annorum; quæ Periodus *Annus Magnus* vocatur (1).

(1) Jam supra §. 24. positum est Telluris axem in ejus circa Solem motu perfectum parallelismum servare. At ex plurium annorum observationibus collegerunt Astronomi axem illum, utut lentissimo motu, a parallelismo tamen paululum deflectere; quæ aberratio intra duos tresve annos facta cum vix sensibilis sit, plurium modo annorum decursu notabilis, ea in unius anni phænomenis explicandis omissa est, cum nil in iis turbandis conferat. Sed cum temporis progressu satis sensibilis fiat, indeque apparentis lentissimi motus fixarum in consequentia causa dependeat, Astronomorum considerationem, & diligentiam mereatur.

Hipparchus olim ex comparatione suarum observationum cum illis *Aristylli* & *Tymocharidis*, suspicionem habuit motus fixarum Zodiaci in consequentia: *Ptolemæus* vero ex *Hip*par-

§. 197. Cum Tellus ab hujus incolis pro immobili habeatur, motus ad corpora cælestia refertur, ut de aliis motibus dictum. Ideo dum Poli Mundi in antecedentia circa Polos Eclipticæ moventur, & successive per omnia puncta, 23. Gr. 29'. distantia ab his Polis, transeunt, hæc ipsa puncta, aut potius Stellæ fixæ, quæ in his dantur, successive ad Polos Mundi accedere, & in consequen-

parchi & aliorum observatis comparatis cum suis, non modo Zodiaci, sed omnium fixarum, ejusmodi motum diserte affirmavit, & quidem in circulis Eclipticæ parallelis factum; eundem porro Tycho, Copernicus, ceterique unanimiter Astronomi observationibus suis confirmatum ratumque habent. In eo tantum discrepant, quod alii æquabilem, alii inæquabilem, alii majori, alii minori annorum numero eam circulationem fieri statuerint, communiori tamen sententia annos 72 statuente in singulorum graduum progressu, atque adeo annos 25920 in integra revolutione per Eclipticam, vel ei parallelos circulos; quod annorum spatium, *Annum magnum* vocarunt Veteres, quo finito res omnes eodem ordine renasci autumabant. Fixarum hic motus secundum Copernicani systematis principia apparens tantum est, oriturque a Telluris axis motu vero & reali in antecedentia signorum.

Id ut clare intelligant tirones nostri, sit *in fig.* 4. *Tab.* 4. *Astron.* D C H pars Orbitæ telluris: hujus centrum sit in C, ex quo erigatur recta C E ad planum Eclipticæ normalis, superficiei Cæli occurrens in E, quod punctum pro ipsius Eclipticæ polo usurpari potest, quemadmodum recta C E pro ejusdem axi. Sit C *p* telluris axis, qui ad Cælum productus signet in ejus superficie punctum P polum Cælestem, circa quem sidera omnia diurno motu revolvi apparent. Per E & P transire intelligatur circulus maximus EPA, Eclipticæ occurrens in A, qui, ut ex adnotatis ad §. 119 patet, Colurus est Solstitiorum, & punctum ipsum A erit Solstitium, seu punctum Eclipticæ omnium maxime ab Æquatore declinans. Arcus PA metitur angulum PCH, inclinationem axis terræ ad planum Eclipticæ, quæ est $56 \frac{1}{2}$ graduum; hinc arcus EP erit ejus complementum ad quadrantem, scilicet $23 \frac{1}{2}$ graduum, qui metitur angulum ECP, quem axis terræ facit cum axe Eclipticæ. Polo E per P describatur circulus minor PFG, qui erit Eclipticæ parallelus; & cum axis terræ eundem semper angulum faciat cum axe Eclipticæ, scilicet grad. $23 \frac{1}{2}$, polum Mundi P in peripheria circuli PFG semper locari necesse est. Si telluris axis eandem perpetuo directionem obtineret, quoties terra in Orbitæ suæ puncto C reperitur, polus Mundi in eodem immoto puncto P semper conspiceretur; sed observatum est polum in peripheria P F G locum continuo mutare, & axem terræ, qui prius ad P dirigebatur, post septuaginta duos annos ad punctum Q dirigit, uno gradu a P versus anteriora remotum; itaut telluris seu Mundi axis conico motu feratur, describatque superficiem Coni, cujus vertex est centrum Terræ C, basis vero circulus PFG. Polus itaque P motu lentissimo, & retrogrado, scil. ab Oriente in Occidentem in peripheria PFG fertur, suam absolvens periodum post annos 25920, post quod temporis intervallum polus a Stella P digressus ad eandem rursus dirigitur, & post ejus periodi medietatem, annos scil. 12960, polus, qui tum ad punctum G dirigitur, a Stella P distabit arcu PG.

quentia ferri videntur, & describere circulos, qui revera a Polis Mundi describuntur, circa Polos Eclipticæ, qui in Centris positi, soli quiescunt. Nam cum Stellis memoratis & reliquæ, quia omnes eundem situm erga se mutuo servant, etiam translatæ apparent.

Idcirco integra Sphæra Stellarum fixarum circa Axem per Polos Eclipticæ transeuntem rotari in consequentia videtur; & singulæ Stellæ circulos Eclipticæ parallelos motu apparenti describunt; quo motu Latitudo Stellarum non mutatur.

§. 198. Planum Æquatoris cum Axe Telluris angulum efficit rectum; ideo motu memorato Axeos, rotatur Sectio hujus Plani cum Plano Eclipticæ; quare prima puncta Arietis & Libræ, quæ semper opponuntur, in Tempore 25920 annorum, totam Lineam Eclipticam in antecedentia percurrunt: pro immobilibus tamen habentur a Terræ incolis, qui ipsas Stellas fixas in consequentia translatas imaginantur (1).

(1) Cum axis Terræ productus ex situ C P in situm C Q motu retrogrado pervenit, per polos Eclipticæ E, & Æquatoris Q, ducatur circulus maximus E Q B, qui modo erit colurus Solstitiorum, & B erit Solstitii punctum, quod antea fuerat A; ideoque semper cum polo regredientur Solstitia, & quidem æqualiter; nam cum motus poli in peripheria P F G fuerit P Q unius gradus e. g., erit AB regressus Solstitii unius quoque gradus; sunt enim arcus Q P, B A similes.

Cum itaque Solstitiorum puncta continuo regrediantur, æquinoctialia quoque, & reliqua Eclipticæ puncta simili & æquali motu retrocedant necesse est, quippe quæ a Solstitiis dato intervallo distant: inter puncta scilicet æquinoctialia, & Solstitia 90. gradus semper interjacent; igitur cum Solstitia per unum gradum regressa fuerint, necesse erit, ut tantundem retrorsum ferantur æquinoctialia puncta, ceteraque. Motus ille Æquinoctiorum retrorsum dicitur eorum *Præcessio*, qua scil. in antecedentia signorum feruntur.

Sunt autem Stellæ fixæ immobiles, retrocedit vero communis sectio Æquatoris & Eclipticæ; igitur oportet, ut fixarum distantia a punctis Æquinoctialibus jugiter mutetur, eædemque ab iisdem punctis versus Orientem magis quotidie promoveri videantur; ipsarumque adeo longitudines, quæ in Ecliptica ab initio Arietis computantur, indesinenter crescant, & fixæ omnes videantur ferri in consequentia signorum, non quod revera in Orientem moveantur, sed quod contrario motu regreditur punctum Æquinoctii vernalis, a quo Stellarum longitudines initium ducunt.

Atque hinc factum est, ut constellationes omnes mutaverint loca, quæ, dum a primis Astronomis observatæ fuerant, tenebant; & constellatio Arietis, quæ tempore Hipparchi prope intersectionem Eclipticæ & Æquatoris vernalem visa fuit, eidemque Eclipticæ portioni nomen suum communicavit, nunc ab eadem digressa in signo Tauri commoratur, sicut & Tauri constellatio Geminorum sedem occupat, Geminique in Cancrum promoti sunt, & Cancer Leonem ex sede expulit, & hic Virginem e loco detrusit, & ita porro.

§. 199. Hæc eadem translatio primi puncti Arietis, & Libræ, quam *Æquinoctiorum Præcessionem* vocant, in causa est, quare Sol, quando ex uno horum punctorum recessit, iterum ad hoc redeat, antequam integram Periodum in Linea Ecliptica absolverit; cum autem Æquinoctia Annum Eclipticum, aut vulgarem, determinent, Tempus Periodicum Telluris Annum hunc superat.

C A P. X.

De Stellis fixis.

§. 200. STellas fixas diximus esse Corpora lucida ita remota, ut horum distantiæ cum distantiis aliis in Systemate Planetario, non conferri possint. Non enim subtilissimis observationibus Astronomi potuere Polos Mundi translatos observare in Motu Telluris annuo, licet circulos, Orbitæ Telluris fere æquales, in Cælis describant.

DEFINITIO I.

Translatio hæc Poli vocatur *Parallaxis annua* (1).

§. 201. Distantiam Stellarum immensam esse, etiam et observationibus ope Telescopiorum deducitur. Si Stella fixa quæcunque ex maxime lucidis & conspicuis conspiciatur adhibito Telescopio, per quod diameter Solis diametro Orbitæ Annuæ æqualis appareret, quasi punctum lucidum, sine sensibili magnitudine illa apparebit; minores enim omnes Stellæ per Telescopia, quam nudis Ocu-

(1) Quanta cum cura, & studio in annua Stellarum parallaxi definienda incubuerint Copernicani, vel ex eo liquet, quod si aliqua ejus mensura daretur, systema suum Pythagoricum, sive annuus Telluris motus non persuaderi modo, sed & certo dimonstrari posset. Ea in re operam suam collocarunt Hookius, Flamstedius, Cassinus, Hallejus, Maraldus, Horrebovius, aliique. Verum præterquam quod hujusmodi observationibus parum fidendum sit ob inevitabilem errorem in exiguissimis angulis dimetiendis quæcunque adhibeatur diligentia; ostendit Cl. Eustachius Manfredius in tractatu *de annuis siderum inerrantium aberrationibus* observatas Viris Clar. siderum parallaxes, & aberrationes cum annuo telluris motu minime conspirare, atque adeo alii causæ eas referendas esse. Jacobo Brandlejo Anglo innotuit etiam aberrationum siderearum dissensus ab annuo Telluris motu; idcirco in Transactionibus Anglicanis num. 406. novam dedit earum explicandarum rationem, non modo a Telluris annuo motu dependentem, sed a successiva quoque luminis propagatione; at idem Cl. Manfredius *in Comment. Bononien.* ostendit haud singula observata cum hac Angli hypothesi adamussim congruere.

Oculis, apparent; nam ex sola scintillatione magnitudinem sensibilem habere videntur (1).

§. 202. Astronomi ab antiquissimo tempore, quo melius Stellas in ordinem referrent, eas per situm & positionem ad se invicem distinxerunt, & in *Asterismos*, seu *Constellationes* diviserunt, plures stellas uni constellationi assignando, estque *Constellatio* veluti plurium Stellarum systema. Præterea ad majorem distinctionem eas ad Animalium, & rerum quarundam imagines reduxerunt, quarum plerasque ex fabulis, & religione sua in Cælum transtulerunt Veteres, quas porro recentioribus Astronomis retinere placuit ad perturbationis vitandum periculum, dum antiquæ observationes cum nostris conferuntur.

§. 203. In Zodiaco duodecim Asterismi concipiuntur, Zodiaci Signa dicti, nominantur ut Animalia, aut res, quas representant: *Aries*, *Taurus*, *Gemini*, *Cancer*, *Leo*, *Virgo*, *Libra*, *Scorpius*, *Sagittarius*, *Capricornus*, *Aquarius*, *Pisces*. Signa hæc nomina sua dedere duodecim partibus Eclipticæ, de quibus antea.

Tempore Hipparchi sectiones Eclipticæ & Æquatoris sitæ erant inter Asterismos Piscium & Arietis, ut & Virginis & Libræ; & Asterismi nomina dedere illis Eclipticæ partibus, quæ per singulos Asterismos transibant, & partes Eclipticæ, ponendo initium Arietis & Libræ in Intersectionibus Æquatoris & Eclipticæ, ut in illo tempore, nomina servarunt, licet hæ Intersectiones translatæ sint, unde Sol in Tauro dicitur, quando inter Stellas Asterismi Arietis movetur. Confer quæ ad §. 198. adnotavimus (2).

§. 204.

(1) Fixarum lux admodum vegeta retinam valde premit, & urget; nec puncta ejus solummodo fixarum luce tacta concutiuntur, verum & quæ his propinqua sunt. Hinc fixarum scintillatio & capillitium oritur, quo centies & amplius majores conspiciuntur fixæ, quam si eo sublato viderentur. Minuitur autem capillitium, si per exiguum foramen acicula in charta factum conspiciantur fixæ; vel aptius & facilius huic incommodo medetur, si telescopiis inspiciantur; hæc quippe quamvis multum objectorum diametros augeant, fixarum tamen nullas certas, & definitas mensuras apta sunt nobis exhibere, cum potius nobis eas repræsentent veluti lucida tantum puncta.

(2) Hinc orta divisio inter Zodiaci *signa anastra*, & *signa stellata*. Priora sunt duodecim Zodiaci partes, quæ ab Ariete, seu boreali Zodiaci & Æquatoris intersectione in consequentia numerantur. Signa vero *anastra* ipsæ sunt constellationes, quæ ob conicum axis telluris motum, moveri in consequentia apparent.

§. 204. Zodiacus partem Cæli ſeptentrionalem a meridionali ſeparat.

In ſeptentrionali dantur Aſteriſmi; *Urſa minor*, *Urſa major*, *Draco*, *Cepheus*, *Canes Venatici*, *Bootes*, *Corona Septentrionalis*, *Hercules*, *Lyra*, *Cignus*, *Lacerta*, *Caſiopeja*, *Camelopardus*, *Perſeus*, *Andromeda*, *Triangulum*, *Triangulum minus*, *Muſca*, *Auriga*, *Pegaſus*, *Equuleus*, *Delphin*, *Vulpecula*, *Anſer*, *Sagitta*, *Aquila*, *Antinous*, *Scutum Sobieskianum*, *Serpentarius*, *Serpens*, *Mons Mænalus*, *Coma Berenicis*, *Leo minor*, *Lynx*.

In parte meridionali Cælorum Aſteriſmi, quorum multi a nobis videri non poſſunt, ſunt, *Cetus*, *Eridanus*, *Lepus*, *Orion*, *Canis major*, *Monocerotes*, *Canis minor*, *Argo-navis*, *Hydra*, *Uraniæ Sextans*, *Crater*, *Corvus*, *Centaurus*, *Lupus*, *Ara*, *Corona Auſtralis*, *Piſcis Auſtrinus*, *Phœnix*, *Grus*, *Indus*, *Pavo*, *Apus*, *Triangulum Auſtrale*, *Crux*, *Muſca*, *Chamæleon*, *Robur Carolinum*, *Piſcis volans*, *Toucan* ſive Anſer Americanus, *Hydrus*, *Xiphias* ſive Dorado (1).

DEFINITIO 2.

§. 205. Stellæ, quæ inter Aſteriſmos collocantur, vocantur *Informes*.

§. 206. Non omnes Stellæ nudis oculis conſpectæ æque lucidæ, aut ejuſdem magnitudinis apparent, & ab Aſtronomis ad ſex Claſſes referuntur: omnium maxime lucidæ dicuntur Primæ Magnitudinis; aliæ Secundæ, Tertiæ, &c. Magnitudinis, ad Sextam uſque. Licet vero antiquum & vulgare ſit ſex tantum dari fixarum magnitudinis claſſes & ordines; id tamen præter propter eſt intelligen-

(1) Ex his conſtellationibus in utroque hemiſphærio notatis, plures antiquiſſimis Auctoribus, veluti Auctori libri Job, Homero, Eſiodo, aliiſque memorantur; ſed aliæ porro additæ ſunt a recentioribus etiam Aſtronomis, puta Hallejo, Bartſchio, Hevelio, aliiſque, coaleſcentes ſcil. ex Stellis quibuſdam *informibus*, quæ inter aſteriſmos obſervabantur: ita Hallejus dum in inſula S. Helenæ Stellas polo Auſtrali vicinas diligenter obſervabat, ex informibus inter Argum-Navem, & Centaurum novum imaginatus eſt aſteriſmum, ſeu conſtellationem ſub ſpecie quercus, & in honorem Caroli II Britanniæ Regis *Roborem Carolinum* appellavit. Simili jure uſi ſunt Bartſchius, & Hevelius, quibus Auctoribus novæ invectæ ſunt conſtellationes *Camelopardus*, *Monocerotes*, *Leo minor*, *Linx*, *Canes Venatici* &c.

gendum; nam accurate loquendo tot constituendi essent ejusmodi ordines, quot fere dantur Fixæ; raro enim duæ cernuntur ejusdem splendoris & magnitudinis. Quædam ne quidem ad ultimam classem referuntur, præsertim quæ nebulosæ dicuntur (1).

§. 207.

(1) Nedum sub memoratis imaginum formis Stellas distinguere vetustissimis placuit Astronomis, sed & earundem catalogos mira solertia iidem quoque condiderunt, recentiorum observationibus porro auctos, & emendatos; quibus nedum Stellæ omnes visu perceptibiles, sed plures in iis nunc notantur, solo telescopio detegendæ. Primus qui fixas omnes in catalogum reducere, earumque loca definire aggressus est, omnium sententia fuit Hipparchus Rhodius annis ante Christum circiter 120., *ausus rem etiam Deo improbam adnumerare posteris Stellas, & sidera ad normam expungere* ex Plinii sententia. Ex propriis vero, tum Tymocharidis & Aristilli observationibus 180 retro annis habitis, 1022. Stellas in catalogum retulit Hipparchus. Hunc catalogum retinuit Ptolemæus, quatuor tantum Stellis additis, 1026 numerando. Anno post Christum 1437 Ulugh Beigh Magni Tamerlani nepos novum fixarum catalogum condidit, a Thoma Hyde Anglo in latinum idioma translatum, fixas 1017 complectentem. Omnium vero conatus superavit Tycho Brahe, qui ad annum 1600 stellis 777 loca sua assignavit; Keplerus quidem in Tabulis suis Rodolphinis Stellarum numerum usque ad 1163 extendit, quem Tychonicum catalogum vocat; at reliquas præter illas 777 a Tychone observatas, partim ex Ptolemæo, partim ex aliis Auctoribus hausit; Tycho enim in proprium catalogum non alias retulit, quam quas ipse suis instrumentis, calculoque investigaverat. Eodem tempore Guilielmus Hassiæ Landgravius cum suis Mathematicis Christophoro Rothmanno, & Justo Briggio 400 fixarum loca propriis observationibus definivit, quas Tychonicis præfert Hevelius. Ricciolus in *Astronomia reformata* Kepleri catalogum 305 Stellis locupletavit, & inde eorum numerus ad 1468. excrevit. Anno 1677. Hallejus in insula S. Helenæ 350 Stellas Australes in nostro horizonte minime conspicuas, observavit. Joannes Hevelius ex propriis observationibus catalogum 1888 Fixarum condidit, quarum 950 etiam a Veteribus, 335. ab Hallejo, & 603. ab ipso fuerant observatæ. Tandem Cl Joannes Flamstendius locupletissimum, accuratissimumque Fixarum catalogum exhibuit, in quo 3000. Stellæ numerantur, ejusque opera factum est, ut nullo modo sit conspicua Stella, cujus locus in Cælis non melius definiatur, quam in telluris superficie plurium urbium situs & positiones definiuntur.

Græci & Romani Poetæ de Constellationum, Astrorumque origine insulsas commenti sunt fabulas, de quibus videsis Hyginum in *Poetico Astronomico*, Natalem Comitem in *Mythologia*, Ricciolum in *Almagesto Novo*. Ea de re Constellationum figuras, aut saltem earum antiqua nomina immutari jusserunt Venerabilis Beda imprimis, tum ejus exemplum sequutus Julius Schillerus Augustanus, qui Anno 1627. Asterismis omnibus nomina religiosa imposuit, Arietem scil. vocans *Petrum*, Taurum *Andream*, Andromedam *Sepulchrum Christi*, Lyram *Præsepe Christi*, & ita porro. At id consilium, utut pium & religiosum, alii Astronomi nunquam adprobarunt, ut nullo usui futurum, sed turbas potius & confusionem in Astronomia invecturum.

§. 207. In Cælis etiam observamus Zonam quandam, non ubique ejusdem latitudinis, quæ totum Cælum circumit, & in quibusdam locis separatur, ut dupla sit. Propter Colorem *Via Lactea* vocatur. Observationibus ope Telescopiorum innotuit primum Galilæo congeriem esse viam hanc Stellarum innumerarum, quæ visum oculi inermis fugiunt, aut quia magis distant.

§. 208. Polum Antarcticum versus duæ Nubeculæ huic Viæ similes, dantur, quæ etiam sunt congeries Stellarum minimarum, nisi per Telescopia non visibilium. Præter Stellas, quæ hisce Nubeculis, & Via Lactea observantur, maximo numero per totum Cælum, adhibitis Telescopiis, minores Stellæ deteguntur, quæ nudis oculis non apparent. Sæpissime Stellarum congeries pro unica Stella inermi oculo habetur.

§. 209. Inter Stellas quædam per vices videntur, & invisibiles fiunt, regularesque periodos observant; aliæ successive nunc magis lucidæ, nunc hebetiori lumine præditæ, & Telescopiis tantum visibiles, apparent; idque statis temporibus. Non tamen singulis periodis æque claræ sunt (1).

§. 210. Aliquando subito Stellæ apparuere, lumine lucidiores superantes, quæ deinde successive decrescentes, brevi evanuerunt, & adhucdum latent (2).

§. 211.

(1) Inter ejusmodi Stellas, quæ certas apparitionis, & disparitionis periodos habent, celebris illa est, quæ in collo Ceti videtur, quæque octo vel novem anni mensibus inconspicua, reliquis quatuor, vel tribus mensibus varia magnitudine se videndam præbet. Has sane Stellas esse e numero Planetarum, qui circa fixas tanquam Soles suas periodos statutis temporibus absolvunt, facile quisque sibi persuaderet, si intelligi posset, quo modo corpora mutuato lumine splendentia in tanta distantia possent videri. Probabilius est has Stellas superficiebus donari, maculis maxima parte tectis, aliqua tamen ejus portione lucida manente; idcirco dum circa suum axem convolvuntur, modo hanc, modo illam partem nobis obvertunt. Hæ præterea maculæ quibusdam mutationibus obnoxiæ esse possunt, ex quibus memoratæ varietates oriuntur.

(2) Ab Hipparchi ævo nova inter fixas visa est Stella, quæ teste Plinio, causa fuit cur hic Astronomus adgressus sit Stellas adnumerare. Post plura deinde sæcula anno 1572 nova in Cassiopea apparuit Stella maximarum emula, Tychoni Braheo, aliisque tum temporis Astronomis observata; duravit sexquiannum fere, & postea disparuit. Anno 1596 mense Augusto novam Stellam magnitudinis tertiæ in Cælo observavit David Fabricius, quæ post duos menses evanuit. Anno 1600 nova deprehensa est Keplero in pectore Cigni, quæ duravit usque ad annum 1659, ex quo tempore notabiliter decrevit, & demum exeunte anno 1661

pla-

§. 211. Præter Stellas etiam in Cælo observamus varias maculas albidiores, & quodammodo lucidas, quæ nudis oculis invisibiles sunt; inermi enim oculo horum Lumen ad Stellas, quæ in ipsis dantur, refertur, aut pro Stellis nebulosis habentur. Quid autem sint hæ maculæ, determinari non potest: forte sunt congeries Stellarum, quæ cum Stellis Telescopicis illam habent relationem, quam quæ Viam Lacteam efficiunt, cum illis, quæ nudis Oculis deteguntur.

---

plane evanuit: elapso vero quinquennio, nempe Septembri anni 1661, rursus Hevelius eam observavit in eodem præcise Cæli loco. Sed non modo novæ interdum observantur in Cælo fixæ, sed & aliæ variarum magnitudinum Veteribus memoratæ, vel a Tichone cognitæ & observatæ, e Cælo postmodum disparuerunt, quarum exempla in Hevelii catalogo passim invenire est: Pleiades communiter septem olim numerabantur, at modo in serena nocte non plures quam sex secernuntur.

De natura harum Stellarum adfirmari nil certi potest: duo tantum possumus conjicere, quæ aliquam saltem veri speciem habeant. 1. Eas Stellas Cometas esse ad aliarum fixarum systemata potissimum spectantes, quæ cum Solari nostro systemati in suis revolutionibus propius accedunt, conspicuæ nobis fiant; e conspectu vero removeantur, cum ab eodem recedunt. 2. Vel Fixas eas esse, sed quæ maculis & corporibus opacis obrutæ penitus sint, lucemque omnem vel amiserint, vel adeo exigua lucis quantitas eis remanserit, ut videri amplius nequeant nequidem oculis microscopio adjutis: iis vero maculis consumtis, vel dissipatis iterum in lucem, hominumque aspectum veniant.

DE



DE MUNDI SYSTEMATE
PARS SECUNDA,
Motuum Cælestium Causas Physicas declarans.

CAPUT XI.
De universali Gravitate.



EXPOSITIS corporum Cælestium motibus, ut & phænomenis inde oriundis, quibus legibus motus hi peragantur, explicandum erit.

§. 212. Leges, secundum quas corporum motus diriguntur, ex dictis in his Physicæ Elementis ad sequentes reducuntur. 1. *Corpus omne perseverat in statu suo quiescendi, vel movendi uniformiter indirectum, nisi quatenus a viribus externis cogatur statum suum mutare.* 2. *Omnis mutatio motus proportionalis est vi motrici impressæ, & fit semper secundum lineam rectam, qua vis imprimitur.* 3. *Actioni contraria & æqualis est reactio.* His naturæ legibus sequens addenda est in tres distributa partes, ut totum pateat artificium, quo ingens Machina, systema Planetarium, regitur; scilicet 1. *Omnia Corpora*

in

in se mutuo gravia sunt. 2. *Gravitas hæc materiæ quantitati proportionalis est*. 3. *Ad inæquales distantias est inverse, ut quadratum distantiæ*.

§. 213. Id est, omnia corpora sese mutuo petunt, aut sese mutuo versus tendunt, vi, quæ singulis particulis Materiæ in singulas particulas competit; & vis, qua corpus in alia agit, efficitur ex omnibus viribus conjunctis particularum, ex quibus corpus constat; ideo vis hæc crescit in ratione, in qua Materiæ quantitas augetur; & immutabilis est in singulis particulis; ad eandem distantiam semper eadem; aucta autem distantia decrescit vis, ut quadratum distantiæ augetur. Conferantur ea, quæ cap. 18. horum Physicæ Elementorum dicta sunt.

§. 214. Vim hanc *Gravitatem* nominamus, considerando corpus, quod aliud versus sponte tendit; quia eo nomine vis hæc in Telluris viciniis donatur. Considerando autem corpus, ad quod aliud tendit, vim hanc vocamus *Attractionem*; nam, cum omnis Gravitas sit reciproca, corpora se mutuo versus gravitare, idem significat, quam corpora sese mutuo attrahere, aut ad se mutuo sponte tendere. Nominibus Gravitatis & Attractionis eundem effectum designamus.

§. 215. Effectum hunc pro Lege Naturæ habemus, quia nunquam fallit, & hujus causa nobis est ignota, & ex legibus notis minime deduci potest. Nunc autem talem Gravitatem revera dari, ex phænomenis probandum est.

§. 216. Planetæ primarii singuli in orbitis suis retinentur viribus, quæ ad centrum Solis tendunt, circa Solem enim ita moventur, ut radiis ad centrum Solis ex Planetarum centris ductis areæ describantur temporibus proportionales, uti cap. 1. hujus tractatus §. 18. ex observationibus Astronomorum accuratissimis ratum habuimus: dari propterea debet vis, qua Planetæ Solem versus feruntur, & qua Sol reciproce illos singulos versus tendit: id est, Sol in Planetas, & hi in Solem gravitant. Conferantur ea, quæ cap. 14. §. 402. horum Physicæ Elementorum adnotavimus.

§. 217. Eodem modo patet, secundarios Joviales in Jovem, & Jovem in ipsos; ut & Saturni Satellites in primarium, & hunc in illos gravitare. Etiam Luna & Tellus in se mutuo graves sunt.

§. 218. Secundarii omnes in Solem Gravitatem habent.

Omnes

Omnes enim motu regulari circa Primarios ita feruntur, quasi Primarii quiescerent; unde liquet illos motu communi cum primariis ferri; id est, eandem vim, qua omnibus momentis Solem versus feruntur Primarii, in Secundarios agere, & hos eadem celeritate cum Primariis Solem versus ferri. Ipsæ Secundariorum irregularitates, quæ adeo sunt exiguæ, ut respectu solius Lunæ sint sensibiles, confirmant hanc Secundariorum Gravitatem in Solem; nam irregularitates has pendere a Gravitate Lunæ Solem versus, quæ pro varia distantia, & ex eo quod lineæ, per quas ad Solem tendunt Tellus & Luna non semper sint parallelæ, diverse agit, in sequentibus videbimus.

Ex Gravitate Secundariorum in Solem, sequitur, Solem in illos gravitare.

§. 219. Circa Gravitatem Primariorum inter se observarunt Astronomi Saturnum a via paululum deflecti, ubi Jovi, Planetarum longe maximo, est proximus: ita ut Jovem & Saturnum in se mutuo graves esse immediatis Observationibus constet.

§. 220. Saturnus etiam in hoc casu, ut Flamstedius observavit, turbat motum Satellitum Jovis, hos paululum ad se trahens; quod probat, & hos Secundarios in Saturnum, & hunc in ipsos gravitare.

§. 221. Ex hactenus dictis sequitur septemdecim Systema Planetarium componentia Corpora in se mutuo gravitare; licet de singulorum in singula Gravitate observationes immediatas instituere non liceat.

§. 222. Legis pars secunda est, Gravitatem Materiæ quantitati proportionalem esse, id est, singulis Materiæ particulis competere in singulas; ideoque Legem Gravitatis universalem esse, & singula corpora in alia corpora omnia gravitare; quod ex phænomenis etiam deducitur.

Vires Gravitatis sunt, ut actiones eodem Tempore editæ, & hæ actiones, si translationes fuerint æquales, sunt ut Materiæ quantitates in corporibus translatis; quemadmodum §. 216. horum Physicæ Elementorum demonstratum est: idcirco cum corpora inæqualia ad eandem distantiam a corpore attrahente æque celeriter ex Gravitate moveantur, vires Gravitatis Materiæ quantitatis rationem sequi clarum est. Idem experimur in omnibus corporibus in Telluris viciniis, quæ Tellurem versus Materiæ

riæ quantitati proportionalem Gravitatem habent. Mutua autem horum omnium corporum Gravitas sensibilis non est; quia respectu Gravitatis Tellurem versus admodum est exigua; ideoque motum ex hac turbare non valet, saltem ut sensibilis detur directionis mutatio.

§. 223. Pars Legis, quam examinamus, tertia est, Gravitatem decrescere, quando distantia augetur, & esse inverse, ut quadratum distantiæ; quod ex phænomenis quoque sequitur.

Corpora, in quæ vis Gravitatis agit pro quantitate Materiæ, ut in Systemate nostro, eadem, ut diximus, celeritate feruntur in circumstantiis iisdem; ita ut non intersit, utrum majora an minora sint corpora, & moveantur quasi essent æqualia. In hoc autem casu, si vis punctum versus decrescat in ratione inversa quadrati distantiæ ab hoc puncto, & corpora ad varias ab hoc ipso distantias revoluta fuerint, & in circulis retineantur hac vi, quadrata temporum periodicorum erunt inter se, ut distantiarum cubi, uti §. 417. hujus Physicæ demonstratum est. Quod æque in lineis Ellipticis, ad quarum Focos diriguntur vires, respectu distantiarum mediarum obtinet. Hicce autem casus in corporibus circa Solem, Saturnum, & Jovem, revolutis exstat; unde sequitur vim Gravitatis recedendo a centris horum corporum decrescere in ratione inversa quadratorum distantiarum.

§. 224. Hoc ratiocinio posita Gravitate Materiæ quantitati proportionali, illam in ratione inversa quadrati distantiæ decrescere demonstramus. Ex eodem, posita Gravitatis diminutione juxta hanc rationem, sequitur Gravitatem Materiæ quantitati proportionalem esse, ut facile liquet.

§. 225. Præterea §. 228. horum Physicæ Elementorum ex vi centripeta Lunæ versus terram probatum est diminutionem Gravitatis sæpius memoratam rationem inversam quadrati distantiæ sequi, esseque ubique Materiæ quantitati proportionalem; itaut circa ambas Gravitatis leges nullum dubium superesse possit.

§. 226. Consideravimus centra corporum in examine Legis diminutionis Gravitatis, quamvis Gravitas ad singulas corporum particulas spectet; quia mathematica demonstratione constat, *Actionem Corporis sphærici, (in quo ubique partes a Centro æque distantes sunt homogeneæ) constantis ex particulis, quas versus Gravitas datur, quæ decre-*

ſcit, recedendo a ſingulis, in ratione inverſa quadrati diſtantiæ, dirigi ad corporis centrum, & recedendo ab hoc minui in eadem ratione inverſa quadrati diſtantiæ : ideſt, ſi corpuſculum A (*Tab.3.Fig.6.*) extra ſphæricam ſuperficiem H *p* P N fuerit conſtitutum, attractumque fuerit a ſphæricæ ſuperficiei partibus homogeneis, & æqualiter a centro diſtantibus (puta a partibus, quæ a P & *p* in revolutione ſemicirculi HPN circa axem H N, gignuntur) in ratione inverſa quadrati diſtantiæ ab his partibus, ſcilicet quadrati A P, A *p*; dico idem corpuſculum A omnibus his viribus conjunctis attrahi ad centrum ſphæræ C vi, quæ recedendo ab hoc centro minuitur in ratione quadrati diſtantiæ A C; itaut tale corpus agat, quaſi omnis materia ex qua conſtat, coacta foret in ipſo centro. Hujus propoſitionis demonſtrationem videſis apud Newtonum *Principiorum Mathem. l.* 1. *prop.* 71.

§. 227. Hinc ſequentes deducimus concluſiones. *In Superficiebus corporum ſphæricorum, in quibus Materia homogenea eſt ad diſtantias æquales a centro, Gravitates eſſe directe, ut Materiæ quantitates in corporibus, & inverſe ut quadrata diametrorum*; nam in his corporibus diſtantiæ a centro ſunt ut diametri.

§. 228. *In Superficiebus corporum ſphæricorum homogeneorum æqualium, Gravitates eſſe ut corporum denſitates*; nam diſtantiæ a centro ſunt æquales, in quo caſu Gravitatis vires ſunt ut quantitates Materiæ, quæ in Corporibus æqualibus ſunt ut denſitates.

§. 229. *In Superficiebus corporum ſphæricorum, inæqualium, homogeneorum, æque denſorum, Gravitates ſunt inverſe, ut quadrata diametrorum*; quia in harum ratione ſunt diſtantiæ a centris: *ſunt etiam Gravitates directe ut diametrorum cubi*; nam in hac ratione ſunt Materiæ quantitates in Sphæris: & ratio compoſita ex directa cuborum diametrorum, & inverſa harum quadratorum, eſt *directa ipſarum diametrorum*.

§. 230. Ideo, *ſi & denſitates & diametri differant, Gravitates in ſuperficiebus erunt in ratione compoſita denſitatum, & diametrorum*. Idcirco diviſa Gravitate in ſuperficie per diametrum, detegitur denſitas; quæ ergo ſequitur rationem directam Gravitatis in ſuperficie & inverſam diametri.

§. 231. *Si ad ſphæricæ ſuperficiei puncta ſingula tendant vires*

vires æquales centripetæ decrescentes in duplicata ratione distantiarum ab iisdem punctis: dico corpusculum intra superficiem constitutum his viribus conjunctis nullam in partem attrahi. Ita corpusculum A (*Tab.* 3. *Fig.* 7.) intra cavitatem superficiei sphæricæ, a cujus punctis singulis attrahitur, in duplicata inversa ratione distantiarum ab iisdem punctis, ubicunque fuerit constitutum, nullam gravitatem habebit, gravitatibus scilicet oppositis sese mutuo destruentibus, ut demonstratum est Newtono Principiorum Mathem. l. 1. prop. 70. Et quidem si corpusculum A sit in centro, propositio jam est manifesta. Sed si idem duplo remotius sit a superficie F*f*, quam a B*b*, ductis B A F, *b* A *f* patet sphæræ partem F A *f* quadruplo majorem esse altera B *a b*, atque adeo quadruplo plures esse in F A *f* attrahentes particulas, quam in B A *b*; sed ob A F duplo majorem A B sunt attractiones particularum in B A *b* quadruplo majores attractionibus similium particularum in F A *f*: igitur facta debita compensatione reperietur corpusculum A æqualiter attrahi a duabus sphæræ partibus F A *f*, B A *b*.

§. 232. Hinc sequitur in Sphæra homogenea Corpus accedendo ad centrum, centrum versus gravitare ex sola actione Sphæræ, cujus semidiameter est distantia Corporis a centro, quæ *Gravitas decrescit, accedendo ad centrum in ratione distantiæ a centro*; nam omnis Materia, quæ ad majorem a centro distantiam datur, Sphæram cavam efficit, in qua actiones in Corpus sese mutuo destruunt. Sit in sphæra P E *p* (*Tab.* 3. *Fig.* 5.) *e* centro T descripta locatum corpusculum S, & centro eodem T intervallo T S concipe sphæram interiorem S L O I describi. Manifestum est per §. 231. sphæricas superficies concentricas, ex quibus sphærarum differentia PSE*pe*O*p* componitur, attractionibus suis per attractiones contrarias destructis, nihil agere in corpus S. Restat sola attractio sphæræ interioris LO IG, quæ per §. 229. est ut distantia T S.

CAPUT XII.

De Motu Telluris.

§. 233. UT nullum dubium supersit circa Systema in primo Capite hujus Libri explicatum, probandus nobis hic est Telluris motus, de quo non mirum

ſi plures dubitaverint ; nullis enim, niſi a Spectatoribus in Tellure inſtitutis obſervationibus motus cæleſtes a nobis determinari queunt, & eadem phænomena apparent, ſive corpora ipſa transferantur, ſive Spectator moveatur ; ita ut immediatis obſervationibus non conſtet, utrum motus Telluris ad corpora cæleſtia non referri debeat.

§. 234. Tellurem circa Solem circumferri, ex motuum Analogia deducitur, & ex examine Legum Naturæ plenius demonſtratur. Quod motuum Analogiam ſpectat, notandum circa Jovem, & Saturnum rotari Satellites corpore centrali minores ; circa Tellurem Luna Tellure minor revolvitur ; tandem circa Solem girantur corpora minora Mercurius, Venus, Mars, Jupiter, & Saturnus : ſi cum his Tellus rotetur, ubique in Syſtemate noſtro corpora minora circa majora moventur ; in hac autem regula exceptio dabitur reſpectu Solis, ſi ingens hoc corpus in motu minimam Telluris maſſam cingat.

§. 235. Circa Solem, Jovem, & Saturnum, circa quos ſingulos plurima corpora revolvuntur, lentius moventur, quæ magis a corpore centrali diſtant, & quidem juxta hanc regulam: *Quadrata temporum periodicorum ſequuntur rationem cuborum diſtantiarum ;* ex qua ſequitur Planetarum velocitates eſſe in ratione ſubduplicata inverſa diſtantiarum : quæ Regula applicari poteſt Telluri, ſi hæc cum cæteris Planetis circa Solem circumferatur, ut patet, ſi illius tempus periodicum, (tempus nempe, in quo Sol integram revolutionem peragere videtur,) ut & diſtantia a Sole, cum cæterorum Planetarum diſtantiis & temporibus periodicis, conferantur. Unicam autem patitur exceptionem regula hæc, ſi Sole translato, Tellus quieſcat.

In hoc caſu Mercurius, Venus, Mars, Jupiter, & Saturnus, huic Regulæ in Motibus ſubjiciuntur, ut & quinque Satellites Saturni, & quatuor Joviales Planetæ ; ſola Luna cum Sole circa Tellurem, proportionem omnino diverſam ſervant. Eſt enim tempus revolutionis Lunæ circa tellurem dierum 27, Sol vero giros ſuos abſolvit diebus 365, & Luna 60 ſemidiametris terreſtribus a terra in media diſtantia removetur : igitur ſi fiat ut 729. quadratum numeri 27 ad 133225 quadratum numeri 365, ita 216000 cubus numeri 60. ad alium, is erit 39460356, cujus radix cubica eſt 340 ; & hic numerus ſemidiametrorum terreſtrium

strium distantiam Solis exhiberet a Terra, si in ejus motu locum obtineret eadem regula, qua reliqua omnia corpora mundana motus suos constanter temperant. Verum omnes consentiunt Astronomi, & invictis rationibus demonstrari potest Solem plusquam trigesies magis a Terra distare, quam sunt 340. semidiametri Terrestres. Instituto quoque calculo evinci facile potest Solis velocitatem reapse longe majorem esse, quam quæ secundum eam regulam requiritur.

§. 236. Hisce Argumentis alia addam, quibus, motum Telluris sequelam esse necessariam legum Naturæ ex phænomenis deductarum clare patebit. Omnia corpora in se mutuo gravia sunt; ideoque Sol & Tellus; sed Motus, quo hæc duo corpora ad se mutuo feruntur, ex directis observationibus deducitur. Quodcunque horum corporum circa aliud moveatur, describit Areas, lineis ad centrum hujus ductis, temporibus proportionales, quod ex observationibus Astronomicis constat; idcirco in Curva retinetur corpus motum per vim, quæ ad alius Centrum dirigitur. Cum autem Actioni semper æqualis sit Reactio, nisi Naturæ Leges, quæ ubique constanter locum habent, in totum evertantur, duo hæc Corpora sese mutuo petunt celeritatibus, quæ sunt inverse ut horum Massæ.

Materiæ quantitas in Tellure fere nulla est respectu quantitatis Materiæ in Sole, ut in Capite sequenti videbimus: quare hic lentissime movetur, dum celerrime ad hunc accedit Tellus. Unde sequitur Tellurem circa Solem circumferri, ne in hunc motu illo violentissimo cadat.

§. 237. Motus hic idem Telluris ex iisdem principiis & alia methodo deducitur. Duo Corpora, quæ vi quacunque ad se mutuo feruntur, tandem concurrunt, aut continuo magis a se mutuo recedent, nisi utrumque ita moveatur, ut vim centrifugam habeat æqualem illi, qua aliud versus fertur; cum vero corpora, quæ in se mutuo gravitant, pressionibus æqualibus sese mutuo petant, non poterunt corpora hæc in motu circum se mutuo perseverare, nisi ambo ita moveantur, ut vires centrifugas æquales habeant; quod, nisi ambo circa commune suum Gravitatis centrum æqualibus temporibus rotentur, non obtinet; id est, si Propositio hæc ad Solem & Tellurem applicetur, nisi circa punctum, cujus

diſtantia a centro Solis eſt ad ipſius diſtantiam a centro Telluris, ut quantitas Materiæ in Tellure ad Materiæ quantitatem in Sole, ambo moveantur: quod Punctum ergo parum admodum a centro Solis diſtat. Cum autem quodcunque horum corporum moveatur, in motu circa aliud perſeveret, ſequitur ambo motibus memoratis ſubjici, Solemque exiguo motu agitari, dum Tellus Orbem maximum deſcribit. Ex quibus ſequitur motum Telluris ab illo negari non poſſe, qui ex Legibus motus ex Phænomenis deductis ratiocinatur.

§. 238. Probato motu Telluris annuo, & relata Tellure inter Planetas, exigua tantum difficultas ſupereſt reſpectu motus circam Axem; nemo enim, qui de illo non dubitat, hunc negat; multi, conceſſo motu circa Axem, Telluris annuum motum negant; ſatis ergo erit in tranſitu notare, omnes Planetas, circa quos reſpectu hujus motus obſervationes inſtituere licet, circa Axes rotari; & motum ſimilem Telluri competere, uniformem motum diurnum corporum, ad diſtantias quaſcunque ab hac remotorum, ſatis indicare. Quibus addendum, celeritatem Stellarum fixarum in minori quam viginti quatuor horarum tempore revolutionem integram peragentium vix magis probabilem eſſe, quam a nobis concipi poteſt.

§. 239. Etiam cum Naturæ Legibus minime congruit motus hic omnium corporum cæleſtium; nam, ſi hæc rotentur, circulos, quorum centrum Tellus occupat, motu æquabili, ſingulis diebus, percurrunt: id eſt, deſcribunt areas, lineis ad centrum Telluris ductis, temporibus proportionales; & in orbitis retinentur viribus, quæ ad centrum Telluris diriguntur, & quibus, propter omnis actionis reciprocationem, Tellus etiam continuo illa corpora verſus trahitur; ita ut violentiſſimo motu neceſſario agitari debeat: unde patet motum diurnum non ad ipſa corpora cæleſtia referri debere, ſed ad Tellurem circa axem rotatam.

§. 240. Objiciunt, qui Tellurem quieſcere contendunt, corpora in Telluris ſuperficie, ex vi centrifuga, juxta tangentem ad circulum Æquatori parallelum, debere a Tellure recedere. Reſpondemus corpora eodem motu cum ſuperficie Telluris, in locis in quibus dantur, transferri; & ideo reſpectu punctorum ſuperficiei, quibus reſpondent, conari recedere per lineas ad axem perpendiculares; etiam

corpo-

corpora gravitate ad centrum Telluris tendere; & ideo, motu ex hisce ambobus composito, corpus continuo, aut moveri, aut moveri conari; sed quia primus motus respectu secundi est admodum exiguus, parum tantum a directione centrum versus detorquetur grave, & paululum gravitas minuitur, eo magis, quo locus magis a Polo distat, quod cum experientia congruit. In sequentibus etiam videbimus, ubi de Telluris Figura agemus, directionem memoratam gravium, ubique dirigi perpendiculariter ad Telluris superficiem, quæ non est exacte sphærica.

§. 241. Corpus, quod in altum projicitur, non modo motu, quo projicitur, gaudet, sed etiam fertur motu impresso illi, qui hoc projicit, aut Machinæ, ex qua propellitur, id est, motu communi cum puncto superficiei Telluris, cui respondet, fertur; ideoque in eadem linea, respectu superficiei Telluris translatæ movetur, in qua translatum foret, si Tellus quiesceret.

CAPUT XIII.

De Densitate Planetarum.

§. 242. SUperest, antequam ad Systematis explicationem physicam transeamus, ut quantitates materiæ in quibusdam corporibus, & horum densitates, determinemus; quibus notis effectus legum, quibus hæc corpora reguntur, facilius patebunt.

§. 243. Quantitates materiæ in diversis corporibus sunt inter se, ut gravitates ad eandem distantiam ab hisce corporibus per §. 222. hujus tractatus; quæ gravitates sunt inter se inverse, ut quadrata temporum periodicorum corporum revolutorum, circa varia illa corpora, ad eandem illam distantiam, quemadmodum cap. 14. §. 409. hujus Physicæ est demonstratum. Multiplicando quantitates, quæ sunt in hac ratione, per eandem quantitatem, cubum nempe hujus distantiæ, non mutatur ratio harum quantitatum; quæ ergo sunt inter se, ut quotientes divisionum cubi memorati per quadrata temporum periodicorum memoratorum. Sed in Systemate Planetario detegitur quotiens talis divisionis pro corpore quocunque, dividendo cubum alterius distantiæ cujuscunque per quadratum

temporis periodici corporis ad hanc diſtantiam revoluti: quotientes enim hujuſmodi ſunt æquales inter ſe, pro omnibus corporibus, circa idem, ad diſtantias quaſcunque, motis: ut ſequitur ex æqualitate rationis inter cubos diſtantiarum, & quadrata temporum periodicorum ad has diſtantias. Ex quibus deducimus *quantitates Materiæ in corporibus quibuſcumque, in Syſtemate noſtro, eſſe inter ſe directe, ut cubos diſtantiarum, ad quas circa hæc, corpora alia revolvuntur, & inverſe ut quadrata temporum periodicorum horum corporum revolutorum*.

Idipſum ita analytico calculo conficitur. Jam ex dictis cap. XI. hujus tractatus, & cap. 7. Phyſicæ Elementorum, notum eſt vim gravitatis, ſeu vim centralem corporis cujuſcumque eſſe in ratione compoſita ex directa maſſæ corporis attrahentis, & inverſa quadrati diſtantiæ corporis quod attrahitur, a centro attrahentis; idcirco ſi vis hæc centralis dicatur f, corporis maſſa m, d diſtantia, t tempus periodicum, erit $f = \frac{m}{dd}$, & $m = f d d$. Sed quemadmodum §. 408. hujus phyſicæ demonſtratum eſt, eſt eadem vis centralis $f = \frac{d}{tt}$: igitur ſi in æquatione ſuperiori $m = f d d$ loco f ſubſtituatur $\frac{d}{tt}$, erit $m = \frac{ddd}{tt}$; ideſt cum corpus circa aliud revolvitur, corporis attrahentis maſſa eſt directe ut cubus diſtantiæ inter corpora, & inverſe ut quadratum temporis periodici ejus, quod revolvitur.

§. 244. Demonſtratur hæc, ſeponendo agitationem corporis centralis, cujus materiæ quantitas quæritur. Propter Solis magnitudinem reſpectu Veneris ex. gr., quem ex Planetis ſolum conſideramus, vix ex hujus actione agitatur ille, & Planeta hic poteſt conſiderari quaſi motus circa corpus quieſcens. Satellites Jovis & Saturni, motu quidem communi cum Primariis feruntur, ſed circa hos, quaſi circa corpora quieſcentia, propter Primariorum magnitudinem, transferuntur.

§. 245. Luna autem ſatis ſenſibiliter in Tellurem agit, & hanc agitat; quare antequam ope Regulæ memoratæ, cum motu Lunæ computationem inire poſſimus, de conferenda materiæ quantitate in Tellure cum materiæ quantitatibus in Sole, Jove, & Saturno, determinanda eſt diſtantia, ad quam Luna circa Tellurem quieſcentem,

id

id eſt, actione Lunæ non translatam, revolvi poſſet, in eodem tempore periodico, in quo revolutionem ſuam revera peragit. Hic etiam non attendimus ad motum communem Telluri & Lunæ, quo circa Solem ambo feruntur.

Luna in motu ſuo circa Tellurem perſeverat; ideo Tellus & Luna circa communem gravitatis centrum rotantur, ut ex demonſtratis circa Tellurem & Solem §. 237. hujus Tractatus ſequitur. Luna ergo vi, qua Tellurem verſus tendit, revolvitur in Orbita, cujus ſemidiameter eſt diſtantia Lunæ a memorato communi centro gravitatis Lunæ & Telluris. Si Tellus quieſcere, & Luna diſtantiam ſuam ab hac ſervaret, in orbita majori Luna moveretur, & majus foret tempus periodicum; admota vero Luna, ita ut hujus centrum a centro Telluris detur ad diſtantiam ſexaginta ſemidiametrorum, tempus periodicum idem eſſet cum tempore revolutionis circa memoratum commune gravitatis centrum, uti computationem ineunti facile patebit; de qua videſis adnotata *ad prop.* 4. *Lib.* 3. *Princ. Math. Newtoni Editionis Geneveſis*.

§. 246. Hiſce præmiſſis ipſam aggredimur computationem.

Diſtantia Veneris a centro Solis eſt 723, & tempus periodicum 19414160".

Quartus Satelles Jovis diſtat a centro Jovis partibus 12, 4775, quarum Venus a Sole diſtat 723: hujus Satellitis tempus periodicum eſt 1441929".

Quartus Satelles Saturni diſtat a centro Saturni, partibus iiſdem 8, 5017, & tempus periodicum eſt 1377674".

Tandem diſtantia Lunæ 60 ſemidiam. Telluris a centro hujus, eſt partium memoratarum 3, 040; Tempus periodicum medium 2360580".

Diviſis ſingulis cubis harum diſtantiarum, reſpective per ſuorum temporum periodicorum quadrata, dantur in quotientibus numeri, qui ſunt inter ſe, ut materiæ quantitates in dictis corporibus centralibus: qui quotientes ſunt inter ſe ut Numeri ſequentes, ſi Tellurem excipiamus, circa quam correctio adhibenda fuit; quia Solis Actione gravitas Lunæ in Tellurem parte $\frac{1}{183}$ minuitur; quare quantitas materiæ detecta augenda eſt eadem quantitate, quod fecimus.

Quan-

Quantitates Materiæ.

in Sole;	*Jove*;	*Saturno*;	*Tellure*;	*Luna.*
10000.	9, 305.	3, 250.	0, 0512.	0, 0013.

§. 247. Ex obſervationibus Aſtronomicis nota etiam eſt ratio, quæ datur inter diametros horum corporum; & quarum partium Solis diameter continet 10000, diameter Jovis continet 997, Saturni 791, & Telluris 109. Idcirco ſi quantitates materiæ memoratæ per diametrorum quadrata dividantur, quotientes erunt inter ſe, ut pondera in ſuperficiebus dictorum corporum per §. 227. hujus Tractatus; ſunt autem quotientes hi, ut numeri ſequentes.

Gravitates in Superficiebus

Solis;	*Jovis*;	*Saturni*;	*Telluris*;	*Lunæ.*
10000.	936.	519.	431.	146.

§. 248. Dividendo hos numeros per diametros, habemus proportionem denſitatum eorundem horum corporum per §. 230. Quotientes hiſce diviſionibus detecti, ſequentium numerorum rationem habent.

Denſitates

Solis;	*Jovis*;	*Saturni*;	*Telluris*;	*Lunæ.*
10000.	9385.	6567.	39539.	48911.

Quæ Lunam ſpectant, in Capite ultimo determinamus; ſed illa hic adjecimus, ut facilius cum reliquis conferri poſſint.

§. 249. Minime probabile eſt corpora memorata quatuor homogenea eſſe; unde ſequitur denſitates non exacte determinari poſſe, quare tantum determinantur denſitates mediæ, id eſt, quas corpora haberent, ſi, ſervata materiæ quantitate & magnitudine, corpora forent homogenea.

§. 250. Proportio memorata inter denſitates reſpectu omnium corporum, & computationes reliquæ reſpectu Solis, Jovis, & Saturni, ſenſibili errore expertes ſunt; quantum ad Tellurem in his error forte datur corrigendus ex obſervationibus, quibus diſtantia Telluris a Sole magis accurate determinabitur.

Ponimus enim diſtantiam Lunæ 60. Semidiam., eſſe partium 3, 054, quarum Venus a Sole diſtat 723, id eſt, quarum Tellus a Sole diſtat 1000; quæ Lunæ diſtantia detegitur, ponendo Solis Parallaxim horizontalem 10″, 30‴, quæ tamen pro vera abſolute haberi non poteſt, licet ex ob-

observationibus exactissimis de Martis Telluri maxime vicini Parallaxi huc usque institutis deducatur, sed quæ nimium est exigua, ut circa observationes nulla erroris suspicio supersit. Errorem tamen ex male determinata ratione inter Semidiametrum Telluris & hujus a Sole distantiam non mutare determinatam Telluris densitatem, ex ipsis computationibus circa hanc institutis deducitur. Ex hisce sequitur enim densitates corporum esse inter se, in ratione composita ex directa cuborum distantiarum corporum, quæ circumferuntur, & inversa quadratorum temporum periodicorum horum ipsorum corporum revolutorum; ut & inversa cuborum diametrorum corporum centralium; quorum densitates quæruntur. Ratio ex his composita est composita ex ratione inversa quadrati temporis corporis circumacti, & ratione directa fractionis, cujus numerator est cubus distantiæ corporis revoluti, & denominator cubus diametri corporis centralis. Fractio autem talis datur, si nota sit ratio inter diametrum corporis centralis & distantiam corporis revoluti ab hoc centro, licet hæ distantiæ cum aliis non possint conferri. Ratio autem hæc respectu Telluris & Lunæ, æque ac respectu ceterorum corporum datur; quare & Telluris densitatis ratio ad reliquorum corporum densitates exacte detegitur.

CAPUT XIV.

De Causa motus Planetarum, quam Renatus des Cartes *commentus est.*

§. 251. SUpponit Cartesius omnem illam materiam, ex qua hic Mundus aspectabilis est compositus, fuisse initio a Deo divisam in particulas quam proxime inter se æquales, & magnitudine mediocres; & æqualiter fuisse motas tum singulas circa propria sua centra, & separatim a se mutuo, itaut corpus fluidum componerent; tum etiam plures circa alia quædam puncta æque a se mutuo remotas, sicque varios Vortices componerent. Postea particulas hasce æquales, intestino motu attritas, resolvit in globulos diversæ magnitudinis, quas omnes *Secundum Elementum* vocat; & fluidum quoddam ex partibus irregularibus minutissimis ab angulis globulorum detritis, & maxima celeritate in omnes partes motis constans, quod

Primum

Primum Elementum appellat. Cumque hujus major suppeteret copia, quam quæ interstitiis globulorum implendis sufficeret, reliqua versus centrum detrudebatur a globulis à centro ob motum circularem recedentibus; ibique in corpus Sphæricum collecta corpus Solis, vel Fixæ in cujusvis Vorticis centro constituit.

§. 252. Præter motum æqualem particulis circa centrum Vorticis primitus impressum, Sol modo in Vorticis centro genitus, & in eamdem partem cum reliqua Vorticis materia circa suum axem revolutus, & semper aliquid sui per angustos meatus, qui sunt inter globulos Secundi Elementi versus Eclipticam, sive circulum inter polos medium, emittens (tantundem a vicinis Vorticibus ad polos recipiens) vim habet secum rapiendi globulos istos; viciniores quidem celerius, remotiores autem tardius. Cum autem inferiores globuli materia Cælestis celerius moveantur, quam superiores, debent etiam esse minores; si enim essent majores, vel æquales, hoc ipso haberent plus virium, ideoque ex vi centrifuga superiores evaderent. Atque hæc omnia in quovis Vortice ita se habebunt, ut dictum est, usque ad certum terminum, ultra quem globuli superiores inferioribus celerius moventur, & quantum ad magnitudinem sunt æquales. Terminum hunc in Solis Vortice circa Saturni orbem, aut paulo ultra, constituit.

§. 253. His positis si contingat sidus aliquod, quod in centro sui Vorticis positum Solis vicem gerit, maculis obvolutum, atque sic debilitatum, a Vortice Solis vicino devictum abripi; si sidus hoc minoris agitationis sit capax, sive minus habeat soliditatis, quam globuli secundi Elementi, qui sunt versus circumferentiam nostri Cæli, sed tamen aliquando plus, quam aliqui ex iis, qui sunt versus Solem; intelligemus sidus istud, statim atque a Vortice Solis abreptum est, continuo versus ejus centrum descendere debere, donec devenerit ad eos globulos cælestes, quibus in soliditate, sive in aptitudine ad perseverandum in suo motu per rectas lineas, est æquale. Cumque tandem ibi erit, non amplius ad Solem magis accedet, neque etiam ab eo recedet, nisi quatenus ab aliquibus aliis causis inferius recensendis nonnihil hinc inde propelletur; sed inter istos globulos cælestes libratum, circa Solem gyrabit, & erit Planeta. Horum igitur unusquisque quiescit in ea Cæli regione, in qua versatur; & omnis va-

riatio ſitus, quæ in illis obſervatur, ex eo tantum procedit, quod omnis materia Cæli, quæ illos continet, moveatur.

§. 254. Secundum hoc itaque Syſtema nihil vetat quominus arbitremur ſpatium, in quo jam unicus Vortex Solis continetur, initio in ſeptemdecim pluresque Vortices fuiſſe diviſum: eoſque ita fuiſſe diſpoſitos, ut ſidera, quæ in centris ſuis habebant, multis paulatim maculis tegerentur, & deinde iſti Vortices alii ab aliis deſtruerentur, unus citius, alius tardius, pro diverſo eorum ſitu. Adeout cum illi quatuor, in quorum centris erant Sol, Terra, Jupiter, & Saturnus, ceteris eſſent majores, ſidera, quæ in centris quinque minorum Saturnum circumſtantium verſabantur, verſus Saturnum delapſa ſint, & quæ in centris quatuor aliorum Jovi vicinorum, verſus Jovem, & ſimiliter Luna Telluri vicina, verſus Terram, & poſtea Mercurius, Venus, Terra cum Luna, & Mars (quæ ſidera etiam ſingula ſuum Vorticem prius habuerunt) verſus Solem; ac tandem etiam Jupiter, & Saturnus, una cum minoribus ſideribus iis adjunctis, confluxerint verſus eundem Solem ipſis multo majorem, poſtquam eorum Vortices fuerunt abſumpti. Sidera autem reliquorum Vorticum, ſi unquam plura fuerint quam ſeptendecim in hoc ſpatio, in Cometas abierint, in recta fere linea de Vortice in Vortices trajicientes, & nunquam in orbem revertentes. Sicque jam videntes primarios Planetas ad diverſas diſtantias circa Solem deferri, judicabimus id ex eo contingere, quod eorum, qui Soli viciniores ſunt, ſoliditas ſit minor quam remotiorum. Atque hinc etiam fieri, quod ſemper eadem pars Lunæ ſit Terræ obverſa, vel certe non multum ab ea deflectat, quia alia ejus pars a Terra averſa aliquanto eſt ſolidior, & ideo Terram circumeundo majorem ambitum debet percurrere. Et videntes inferiores ex iſtis Planetis altioribus celerius in orbem ferri, putabimus id ex eo fieri, quod materia primi Elementi, quæ Solem componit, celerrime gyrando viciniores Cæli partes, iiſque innatantes, & in iis relative quieſcentes Planetas, magis ſecum abripiat, quam remotiores. Jupiter autem, Terra &c. circa proprios axes vertuntur, quia antea erant ſidera lucida in aliquorum Vorticum centris conſiſtentia, & ibi procul dubio noſtri Solis inſtar gyrantia: & nunc materia Primi Elementi in eorum centris congregata ſimiles adhuc motus habet, ipſoſque impellit.

§. 255.

§. 255. Denique non putandum eſt omnia centra Planetarum accurate in eodem plano ſemper conſiſtere; nec circulos, quos deſcribunt, eſſe omnino perfectos; ſed ut in omnibus aliis rebus naturalibus contingere videmus, iſta tantum præter propter talia eſſe, ac etiam labentibus ſeculis continuo mutari. Cum enim omnia corpora, quæ ſunt in Univerſo, contigua ſint, atque in ſe mutuo agant, motus uniuſcujuſque a motibus aliorum omnium dependet, atque ideo innumeris modis variatur. Unde quamvis omnes Planetæ motus circulares ſemper affectent, nullos tamen perfectos circulos unquam deſcribent; ſed modis omnibus tam in longitudinem, quam in latitudinem ſemper aliquantulum aberrabunt. Atque hæc eſt Carteſiani ſyſtematis ſumma, quantum ad Cæleſtium corporum motus cauſas, & rationes phyſicas ſpectat. Quam vero hæc philoſophandi ratio naturæ ordini, concinnitati, certiſque legibus & phænomenis adverſetur, facile quiſque dijudicabit, poſtquam ſequentia Lemmata oſtenderimus.

L E M M A I.

§. 256. *Si circa eundem axem revolvantur corpora duo in eadem ab axe diſtantia, atque etiam alia duo ſimiliter in alia quavis diſtantia, dico rationem differentiæ motus angularis priorum corporum ad differentiam motus angularis poſteriorum, componi ex ratione translationis corporum priorum a ſe invicem ad translationem poſteriorum a ſe invicem, & ratione diſtantiæ poſteriorum ab axe ad diſtantiam priorum ab eodem axe.*

Motus angularis is dicitur, quo conficitur angulus ad axem, circa quem fit motus; unde illa dicuntur habere eundem vel æqualem motum angularem, quæ quantumvis inæquali diſtantia ab axe poſita, æquales angulos ad axem eodem tempore, vel temporibus æqualibus conficiunt; & differentia motuum angularium eſt differentia angulorum ad axem a mobilibus ſimul confectorum. Qua poſita definitione, ſic Lemma demonſtratur.

Sint in eadem diſtantia ab axe motus bina corpora A & B (*Tab.* 4. *Fig.* 5.); item & alia bina E, F in alia quacunque diſtantia ab eodem axe S. Moveantur poſtea utcunque, & a ſe invicem ſeponentur, nempe A in *a*, & eodem tempore B in *b*; E in *e*, & F in *f*. Differentiæ

mo-

motuum angularium erunt anguli aSb, eSf; quos dico esse inter se in ratione composita ex ratione arcus ab (translationis nempe priorum a se invicem) ad arcum ef (translationem posteriorum a se invicem), & ratione SF ad SB. Sit arcus CD similis arcui ef; ratio ab ad ef componitur ex rationibus ab ad CD, & CD ad ef. Sed ut ab ad CD, ita (per 33. Elem. 6.) angulus aSb ad angulum CSD, vel ad ejus æqualem eSf; & CD ad similem arcum ef, ut SB ad SF. Ratio ergo ab translationis priorum ad ef translationem posteriorum, componitur ex ratione anguli aSb ad eSf, & ratione distantiæ AS ad FS. Unde si ab translatio priorum a se invicem appelletur T; ef translatio posteriorum t; aSb differentia motuum angularium priorum dicatur A, eSf sit a; AS dicatur D, & FS d, erit $T, t :: D \times A, d \times a$; & propterea $T \times d \times a = t \times D \times A$, & $A, a :: T \times d, t \times D$. Quod erat demonstrandum.

LEMMA II.

§. 257. *Sit* DCE (*Tab. 4. Fig 6.*) *hyperbole tertii generis ad æsympteton* AE *ita relata, ut ordinatæ* CB, cb, *&c sic de ceteris, sint reciproce ut cubi absciſſarum* AB, ab; *dico spatium interminatum* CBEF *comprehensum inter rectas* CB, BE *& curvam* CE, *esse ad spatium interminatum* cbEF, *reciproce ut quadratum* Ab *ad quadratum* AB.

Positis ordinatis CB vel $cb = y$, & abscissis AB vel $ab = x$, est curvæ æquatio $y = \frac{1}{x^3}$, seu, ut salvetur analogia $y x^3 = a^4$; & spatii interminati CBEF elementum erit $a^4 x^{-3} dx$; summa vero elementorum, spatium nempe ipsum $\frac{a^4}{-2x^2}$, hoc est, $+\frac{a^4}{2x^2}$ seu $+\frac{a^4}{2AB^2}$, sed ad partes BE. Similiter spatium interminatum cbEF erit $+\frac{a^4}{2Ab^2}$. Sed $\frac{a^4}{2AB^2}, \frac{a^4}{2Ab^2} :: 2Ab^2, 2AB^2 :: Ab^2, AB^2$. Q.E.D.

LEMMA III.

§. 258. *Si corporum duorum contiguorum unum super alterum moveatur, & idem fiat in aliis duobus corporibus eadem vi atque priora versus se invicem pressis, dico impressionem factam a frictione priorum in se mutuo esse ad similem impres-*

impressionem posteriorum, in ratione composita ex ratione translationis priorum ad translationem posteriorum, & ratione superficiei, qua priora se mutuo contingunt, ad superficiem, qua posteriora se mutuo contingunt, nempe in quibus impressiones fiunt.

Moveatur A (*Tab.* 4. *Fig.* 7.) super B, C super D; & eadem vi, qua est pressum A versus B, sit pressum C versus D. Constat imprimis, quod si superficies, quibus hæc quatuor corpora bina se contingunt, essent perfecte lubricæ, nulla foret corporum impressio in se mutuo. At ponamus in utrisque, tam in AB, quam in CD, esse æqualem defectum lubricitatis partium, adeoque æqualem resistentiam ex defectu lubricitatis ortam; tunc liquet, quod si superficies, quibus corpora bina bina se contingunt, sint æquales, impressionem corporum A & B in se mutuo esse ad similem impressionem corporum C & D, ut translatio seu velocitas, qua partes corporum A & B separantur a se invicem, ad similem translationem, seu velocitatem partium C & D. Et contra si hujusmodi translationes, seu velocitates essent æquales, & inæquales superficies, quibus corpora bina bina se contingunt, tunc impressiones essent ut superficies, quibus corpora bina bina se contingunt. Dum ergo tam superficies, quam translationes sunt inæquales, erit impressio corporum priorum AB in se invicem ad similem impressionem corporum posteriorum CD, in ratione composita ex ratione superficiei, qua corpora priora se contingunt, ad superficiem, qua se contingunt posteriora, & ex ratione translationis, seu velocitatis, qua partes priorum A & B a se invicem separantur, ad similem translationem partium corporum posteriorum C & D. Q. E. D.

L E M M A IV.

§. 259. *Si sphæra solida in fluido uniformi & infinito circa axem positione datum uniformi cum motu revolvatur, & ab hujus impulsu solo agatur fluidum in orbem; perseveret autem fluidi pars unaquæque uniformiter in motu; erunt tempora periodica partium fluidi, ut quadrata distantiarum a centro sphæræ.*

Designet AEH (*Tab.*4. *Fig.*8.) sphæram uniformiter circa axem S rotatam. Fluidum infinitum sphæræ undique circumfusum divisum intelligatur in orbes innumeros concen-

tricos ejusdem crassitudinis; quorum quivis per se spectatus solidus est: hi vero designentur per circulos BFK, CGL, DMN &c. Quoniam fluidum sic divisum homogeneum ponitur (hoc est omnes ejus partes æqualiter compressæ) impressiones contiguorum orbium in se mutuo factæ, erunt per Lemma 3. conjunctim ut eorum translationes ab invicem, & superficies contiguæ, in quibus impressiones fiunt. Si impressio in orbem aliquem major est vel minor ex parte concava; prævalebit impressio fortior, & velocitatem orbis vel accelerabit, vel retardabit, prout in eandem plagam cum ipsius motu, vel in contrariam dirigitur. Proinde quoniam ex hypothesi fluidum in motu suo uniformiter perseverat, impressiones ex utraque parte cujuscunque orbis in contrarias plagas factæ, æquales sunt; & ideo ratio, quæ æqualis est rationi impressionum (ratio nimirum composita ex rationibus translationum, & superficierum contiguarum) erit etiam ratio æqualitatis. Unde translationes sunt reciproce, ut superficies contiguæ, hoc est, reciproce ut quadrata distantiarum a centro. Sed per Lemma 1. differentiæ motuum angularium sunt ut translationes directe, & distantiæ a motus centro inverse: Igitur dictæ differentiæ motuum angularium orbium concentricorum sunt reciproce ut quadrata distantiarum a centro, & reciproce ut distantiæ a centro conjunctim, hoc est, reciproce ut cubi distantiarum a centro. Ergo si ex omnibus punctis rectæ SZ ex centro eductæ, ubi superficies contiguæ orbium concentricorum illam secant, nempe A, B, C, D &c. erigantur ad SZ normales A*a*, B*b*, C*c*, D*d* cubis ipsarum SA, SB, SC, SD &c. reciproce proportionales; erunt hæ ordinatæ respective, ut prædictæ differentiæ motuum angularium respectivorum orbium concentricorum, & summæ harum ordinatarum, ut summæ dictarum differentiarum; hoc est (cum orbis extimus, seu infinite dissitus omnino non moveatur), ut motus toti angulares. Si jam crassitudo orbium minuatur in infinitum (quomodo circumfusum medium eatenus sit uniformiter fluidum) summæ prædictarum ordinatarum fient areæ AZ*a*, BZ*b*, CZ*c*, DZ*d* &c. Adeoque motus toti angulares orbium BFK, CGL, DMN &c. sunt ut areæ BZ*b*, CZ*c*, DZ*d* &c. respective. In figura vero AZ*a* ordinatæ B*b*, C*c*, D*d* &c. sunt reciproce ut cubi rectarum SB, SC, SD &c.
 unde

unde per Lemma 2. areæ BZb, CZc, DZd &c. sunt inverse ut quadrata rectarum SB, SC, SD &c. Et ideo motus angulares orbium BFK, CGL, DMN &c. sunt inverse ut quadrata suarum semidiametrorum SB, SC, SD &c. Sed tempora periodica sunt motibus angularibus reciproce proportionalia: Ergo tempora periodica orbium BFK, CGL, DMN &c. sunt in ratione directa (quippe reciproca inverse) quadratorum suarum distantiarum a centro S, nempe rectarum SB, SC, SD &c. Adeoque patet propositio, si medium sphæræ circumfusum constare intelligatur ex innumeris solidis orbibus tenuissimis concentricis.

Si vero ductæ intelligantur infinitæ rectæ quamplurimæ continentes cum axe angulos æqualibus excessibus se mutuo superantes, & his rectis circa axem revolutis, & superficies conicas describentibus, concipiantur orbes in annulos innumeros secti; annulus unusquisque habebit annulos quatuor sibi contiguos, unum interiorem, alium exteriorem, & duos laterales ex eodem orbe resectos. Attritu interioris & exterioris nequit intermedius aliter moveri, quam prius ante sectos orbes; alioquin partes fluidi non perseverarent in motu suo uniformiter; sed medius iste in motu suo acceleraretur, vel retardaretur, ut prius de orbibus integris ostensum, contra hypothesim. Et propterea annulorum series quælibet a solida sphæra centrali in infinitum recta pergens, & inter duas proximas superficies conicas comprehensa, movebitur eodem prorsus modo, quo hæ ipsæ movebantur ante divisionem orbium in annulos; nisi quatenus quisque in hac serie annulus impeditur ab attritu annulorum ad latera. Hic vero attritus nullus est, quia annuli omnes a media sphæra solida æqualiter distantes (hoc est ex eodem orbe resecti) eodem tempore revolvuntur: nam si hoc non fieret, sed qui versus polos citius, vel tardius circuitus suos absolverent, quam qui sunt versus circulum inter polos medium; tardiores ex attritu mutuo incitarentur, & velociores retardarentur, contra hypothesim, qua supposuimus fluidum perseverare in motu suo uniformiter. Cum ergo annulorum omnium, in eadem distantia a centro, idem sit tempus periodicum, revolventur similiter, ac si ex orbe solido nondum essent resecti; hoc est absque attritu: & ideo eadem lex in hoc casu orbium in annulos resectorum obtinet, quæ prius obtinebat ante orbium divisio-

visionem; hoc est, annulorum singulorum tempora periodica erunt ut quadrata distantiarum ipsorum a centro mediæ sphæræ solidæ.

Dividatur jam annulus unusquisque sectionibus transversis in particulas innumeras constituentes fluidum absolute, & uniformiter tale, & quoniam hæ sectiones non spectant ad legem motus circularis, sed ad constitutionem fluidi solummodo conducunt, perseverabit motus circularis ut prius. His divisionibus annuli omnes quam minimi asperitatem & vim attritus mutui aut non mutabunt, aut mutabunt æqualiter, & manente causarum proportione manebit effectuum proportio; hoc est proportio motuum & temporum periodicorum, ut prius. Et igitur partium singularum in supra descripto Vortice tempora periodica erunt, ut quadrata distantiarum a centro Vorticis. Q. E. D.

COROLLARIUM 1.

Si major sit resistentia partium Vorticis in majore a centro distantia, quam in minore, vel ob majorem crassitiem, vel minorem fluiditatem particularum fluidum constituentium, vel ob aliam quamlibet causam; tum segnius movebuntur partes Vorticis a centro remotiores, quam pro ratione superius in propositione stabilita; hoc est tempus periodicum partium Vorticis a centro remotiorum erit ad tempus periodicum partium centro viciniorum in majore quam duplicata ratione distantiarum istarum particularum a centro.

COROLLARIUM 2.

Si Vortex non extendatur in infinitum, sed fluidum in Vorticem circumactum contineatur vase rigido violenter detento, diversæ figuræ a sphærica globo centrali concentrica; movebuntur Vorticis particulæ non in circulorum peripheriis globo circumagenti concentricis, sed in lineis fere conformibus vasis figuræ; & tempora periodica erunt ut quadrata mediocrium distantiarum a centro quamproxime.

§. 260. His præmissis propositionibus facile modo est universam Cartesianorum Vorticum fabricam pessumdare. Et 1. cum ex 4. Lemmate pateat Vorticem quemlibet

a ſphæra ſolida circa axem poſitione datum uniformiter revoluta factum, in infinitum propagari, ſi non impediatur; ſi Mundus ex hujuſmodi Vorticibus conſtaret, fierent totidem Vortices in infinitum pergentes, quot ſunt fixæ, quarum quævis, ex Carteſii mente, inſtar Solis noſtri Vorticem efficit. Neque Vortices definirentur certis limitibus, ſed ſerperent, & in ſe mutuo paulatim excurrerent. Atque hoc pacto fluidi infiniti Univerſum conſtituentis pars unaquæque eo agitabitur motu, qui ex omnium ſphærarum centralium ſive Solium actionibus reſultat. Quantum vero hæc incertitudo abſit a certo ordine, ſitu & motu Fixarum, quæ arctiſſimis vinculis calculi ſimpliciſſimi connectuntur, Aſtronomiæ periti judicabunt.

2. Porro quoniam Vorticis ſupradicto modo geniti partes centro propiores celerius motæ urgent exteriores, motumque ipſis ea actione perpetuo communicant, & exteriores illæ eandem motus quantitatem in alias adhuc exteriores ſimul transferunt; quia ex hypotheſi ea eſt Vorticis conditio, ut unaquæque fluidi pars perſeveret in motu ſuo uniformiter, neque in eadem a centro diſtantia nunc magis, nunc minus incitetur: patet quod motus perpetuo a centro ad Vorticis circumferentiam transferatur, & per infinitatem circumferentiæ abſorbeatur. Et proinde ad conſervationem Vorticis in eodem ſtatu requiritur principium aliquod activum, a quo Sphæra centralis, ſive Sol iſtius Vorticis, eandem ſemper quantitatem motus accipiat, quam in materiam Vorticis imprimit. Unde autem tale principium activum in Sole quovis Vorticem ciente reſidens arceſſant Carteſiani, non video; cum ipſe Carteſius §. 146. *Part.* 3. *Princip. Philoſ.* audacter dicat: *nihil occurret circa phænomena Planetarum, cujus ratio ex jam dictis non facile reddatur.* Neceſſitatem hujuſmodi principii activi in Vorticum centralibus ſphæris ſatis perſpexit oculatiſſimus Keplerus; adeoque ne paulatim langueat motus, in illas ab Omnipotentia creatrice in ipſo rerum exordio impreſſus, hunc vel perpetua Creatoris cura, vel Animæ ad id deſtinatæ ope ſuſtentatum vult. Nam abſque tali principio activo, neceſſe eſt ut ſphæræ centrales, & Vorticum partes interiores, propagantes ſemper motum ſuum in exteriores, neque novum aliquem motum accipientes, tardeſcant paulatim, & in orbem agi

deſi-

desinant. Adeoque Mundus hic Cartesianus absque ejusmodi activo principio amechanico ad quietem & interitum sponte sua vergit.

3. Agnoscentibus Cartesio & Cartesianis, corpora, quæ in Vortice delata in orbem redeunt, ejusdem sunt densitatis cum Vorticis partibus, in quibus versantur, & eadem cum ipsis lege, quoad velocitatem & cursus determinationem moventur: in hoc solum differunt fluidum deferens, & corpus delatum, quod corporum a Vortice sic delatorum partes datum inter se situm servent, & quod sint partes Vorticis quasi congelatæ & solidæ, nec motu intestino inter se cieri & misceri facile possint, ut partes ejus fluidæ; cetera prorsus æqualia. Cum igitur Vorticis partes ea lege revolvantur, ut earum tempora periodica sint in duplicata ratione distantiarum a centro per Lem. 4. Planetæ etiam circa Solem delati, & in fluida Vorticis materia, cui innatant, relative quiescentes, eadem lege revolvuntur. Cum ergo Tellus e. g. periodum suam absolvat uno anno, Saturni, (cujus distantia a Sole noncupla est distantiæ Terræ ab eodem Sole) periodus esset 90 annorum, cum tamen vix sit 30; similiter periodus Jovis esset 27 annorum, quæ tamen ad 12 non ascendit:. & omnes superiores Planetæ periodos haberent veris majores; inferiores autem veris minores.

Si Vorticum patroni respondeant, Vortices non esse uniformiter fluidos, ut in Vortice quarti Lemmatis supponebatur, sed partes Vortice constituentes in recessu a centro esse crassiores, ut *Cartesius* §. 82. *Parte* 3. ponit; tum per coroll. 1. quarti Lemmatis, Planetæ a Sole remotiores erunt adhuc segniores, cum tamen hactenus ex hoc systemate nimis sint segnes; patetque ex hac Vorticum constitutione Cartesiana, longius ab observatis recedi, quam si Vortices essent ex fluido uniformi compositi. Igitur cum demonstratum sit partes Vorticis lege longe alia revolvi, quam quæ in Planetis observatur; nempe tempora partium Vorticis periodica esse ut quadrata distantiarum a centro, si materia Vorticis fuerit homogenea; vel etiam ut altiores quædam dignitates distantiarum, si materia Vorticis sit in majori distantia crassior; cum interim in Planetis quadrata temporum periodicorum sint ut cubi distantiarum; (hoc est, Planetarum tempora periodica ut distantiarum dignitates, quarum exponentes

ſunt $\frac{1}{3}$, quæ multo humiliores ſunt, quam illæ, quæ exponuntur per 2, vel numerum binario majorem); palam eſt Planetas ab hujuſmodi Vorticibus corporeis non deferri.

4. Si Vortex in infinitum extenderetur, patet ex quarto Lemmate fluidi partem quamlibet perfectum circulum deſcribere debere, & ex Corol. 2. aberrationem a via circulari procedere a vaſe rigido (vel quod hujus inſtar eſt), in quo Vorticis materia continetur; Unde clare ſequitur, quo major eſt Vortex reſpectu ſemitæ ab ejus parte fluida, (vel a Planeta ſimul delato) deſcriptæ, tanto magis Planetæ ſemitam ad circulum perfectum accedere debere; hoc eſt, Planetæ Soli propioris minorem futuram excentricitatem, quam remotioris; cum tamen obſervationes Aſtronomicæ teſtentur Mercurii orbitam eſſe multo magis excentricam, quam Saturni. Rurſus quia per Corol. 2. Lemmatis quarti, Vorticis particulæ, ſimulque delati Planetæ movebuntur in lineis fere conformibus figuræ vaſis, in quo fluidum continetur, Planetarum omnium Aphelia e Sole ſpectata erunt verſus eaſdem Fixas poſita; cum tamen Planetarum Aphelia a ſe mutuo longe diſtent, ut Jovis & Terræ, circuli quadrante; Martis & Terræ, circuli triente; Martis & Veneris ſint fere oppoſita. Porro materia Vorticis more fluminis intra cancellos anguſtos coarctata per leges mechanicas velocius moveri debet, quam dum in latiore alveo libere decurrit; idque in ratione inverſa latitudinum alveorum, aut quæ harum inſtar ſunt. Sed in principio ♍ diſtantia inter Orbes Martis & Veneris eſt ad eorundem diſtantiam in puncto oppoſito, nempe in principio ♓, fere ut 3 ad 2; adeoque Vorticis fluidum intermedium, Tellurem deferens, velocius feretur in eadem ratione in principio ♓, quam in principio ♍; utpote intra anguſtiores limites contentum; (nam fluidi Martem, & Venerem deferentis ſemitæ cancellorum, vel alvei vices gerunt); hoc eſt, Tellus e Sole viſa in principio ♓ dimidio velocius feretur, quam cum eadem e Sole in principio ♍ conſpicitur; vel Sol e Tellure viſus in principio ♍ dimidio velocius inter fixas moveri videbitur, quam in principio ♓. Contrarium tamen accidit ex obſervatione omnium omnino Aſtronomorum: & Sol in principio ♍ e Tellure viſus motu diurno

confi-

conficere videtur tantum minuta prima 58, cum in principio ♓ integrum gradum pari tempore confecisse videatur.

5. Corpus a Vortice abreptum, & ejusdem densitatis cum partibus Vorticis inter quas versatur, in orbem rediens, si alias non impediatur, circulum describit; cujus plano perpendicularis est axis sphæræ centralis, qua fluidum in Vorticem circum agitur; & si corporis semita ad hoc planum inclinata sit, paulatim minuetur ista inclinatio, tandemque coincident. Etenim ex Lemmatis quarti demonstratione patet quamlibet particulam fluidi Vorticem componentis hujusmodi circulum describere; quare & Planeta, qui nonnisi ab hisce particulis defertur, inter eas relative quiescens talem etiam describet, etsi per vim aliquam exterius ingruentem hinc deflectat, paulatim minuetur inclinatio ab occursu particularum fluidi prædictos circulos describentium, & hujusmodi circulum describet ipse, sic tandem in Vorticis fluido relative quiescens, & simul cum ipso delatus. Verum ne vel unicus reperitur Planeta, ad cujus Orbitæ planum axis Solis normalis est; neque per bis mille annos, quibus observationes instituuntur, inclinatio Orbitæ alicujus Planetæ ad istud planum diminuta deprehenditur; neque ullæ ab hisce Philosophis Planetis assignantur fibræ latitudinis, quibus inclinatio hæc eadem conservetur. Apologia autem, quam pro Planetarum excentricitate varia, varia etiam orbitarum ad se invicem inclinatione, varioque Apheliorum situ affert Cartesius §. 34. *Partis Tertiæ Princip.* (nempe hæc: *Sed ut in aliis omnibus rebus naturalibus contingere videmus, ista tantum præterpropter talia esse, ac etiam labentibus sæculis continuo mutari*) plane ostendit illum in calculo Astronomico prorsus peregrinum. Quamvis enim causas physicas in syderum motibus locum obtinere non sit negandum, inæqualitates tamen casuales penitusque irregulares (quales Cartesius innuere videtur) in illis admittendas nullus his assuetus censebit.

6. Cum globuli fluidum Vorticis Solaris componentes sint prope Solem minores, & proinde illorum massa, in dato spatio contenta, illudque replens, minus densa, quam in majore a Sole distantia; sequitur & Planetas, qui ejusdem sunt densitatis cum Vorticis particulis, quibus innatant, quo propiores sunt Soli minus esse solidos; quod & agnoscit Cartesius §. 147. *Part. Tert. Princip.* Id ta-

men a vero alienum esse in demonstratis modo habetur; ratum nempe est Planetam quemvis, quo Soli vicinior est, eo & solidiorem sive densiorem esse; hoc est plus materiæ sub æquali magnitudine continere. Quod & melius congruit rationibus archetypicis, concinnitati geometricæ, & caussis finalibus: ex quibus palam est collocasse Deum Planetas in variis distantiis a Sole, ut quilibet pro gradu densitatis, calore Solis majore vel minore fruatur; & proinde densiorem Planetam esse Soli etiam propiorem, cum materia omnis densior ad operationes naturales obeundas majorem calorem requirat.

7. Tycho olim ex Cometarum motu demonstravit Planetas in solidis orbibus non moveri; quia nimirum Cometæ orbes Planetarum trajiciunt. Iidem Cometæ nunc Planetas a vorticibus corporeis non deferri æque evidenter ostendunt; quoniam Cometæ plerumque vias valde obliquas, quandoque Zodiaci planum ad angulos rectos secantes, & nonnunquam cursui Planetarum directe contrarias sequuntur, motusque hosce liberrimos quidem diutissime conservant, universali huic legi obnoxii, quod radio ad Solem ducto areas describant temporibus proportionales; quod prorsus impossibile esset, si integra Vorticis materia circa Solem ageretur vi sufficienti ad ingentia Planetarum corpora devehenda. Neque Cartesium juvat quod Cometas ultra Saturnum relegat contra observationum fidem, (quas Tycho & Astronomi non detorserunt, ut hypothesibus propriis inservirent, quod innuere vult Cartesius); cum Vorticis Solaris materia ultra Saturnum secundum eundem Cartesium momentum majus habeat ad illos secum rapiendos, quam prope Venerem & Mercurium; tum quod globuli Vorticem constituentes majores sint illic, quam hic; tum præcipue quod multo celerius moveantur, quippe circuitum immense majorem *intra paucas hebdomadas* absolventes, ut habet Cartesius §. 62. *Part. Ter. Princip.* Ex hisce ergo omnibus constat hanc Vorticum hypothesim cum phænomenis Astronomicis omnino pugnare, & non tam ad explicandos, quam perturbandos motus Cælestes conducere.

CAPUT XV.

De Causis Motuum Cælestium a celeberrimo D. Leibnitio adductis.

§. 261. IN quærendis motuum Cælestium causis adeo pronum est eas ab ambiente fluido Æthere petere, ut Philosophi Planetas considerarint circa Solem delatos, similiter atque paleæ vel festucæ innatantes aquæ deferuntur ab aqua in Vorticem acta a baculo, in medio vasis quiescentis circa axem suum rotato. Sententia hæc vetustissima neglecta diu jacuit. Sed superiore sæculo a magnis Viris est resuscitata; quippe ante Cartesium, de quo supra, Torricellio & ipsi Galilæo probata.

§. 262. Tam vehementer autem placuit hæc sententia, ut acutissimus Philosophus D. Leibnitius (etiam post edita *Newtoni Princ. Mat. Philos. Nat.*) illi nomen suum dederit: *qui nihil aliud superesse judicat, quam ut ostendatur quomodo Causæ motuum Cælestium a motibus Ætheris, sive (Astronomice loquendo) ab orbibus deferentibus quidem, sed fluidis oriantur.* Tam celebre inter Geometras nomen meretur certe, ut ejus *Tentamen de motuum Cælestium Causis* (quod cum orbe litterato communicavit *in actis Erudit. Lipsiæ* editis mense Februario anni 1689) exactissime consideretur. D. Leibnitius enim, si quis alius Vortices motibus Cælestibus accommodare valet, *& legum Cælestium a Keplero inventarum rationes reddere. Præsertim cum aliqua in eo genere illi lux affulserit, & inquisitio commode admodum, & naturaliter successisse ipsi perspicacissimo videatur, ut inde in eam sit erectus spem, veris motuum Causis a se appropinquatum esse.* Hujus igitur Philosophi modum magna hæc opera explicandi paucis, & suis fere verbis trademus.

§. 263. Primo pro certo assumit Leibnitius, omnia corpora quæ in fluido lineam curvam describunt, ipsosque adeo Planetas, ab ipsius fluidi motu agi. Omnia enim curvam describentia ab ea recedere conantur per rectam tangentem ex natura ejus motus; oportet igitur esse quod coerceat: nihil autem contiguum est, nisi fluidum ex hypothesi; & nullus conatus coercetur nisi a contiguo & moto ex natura corporis; fluidum ergo ipsum in motu esse necesse est.

§. 264. Cum ex obſervatione exactiſſima conſtet Planetam quemlibet primarium orbitam circa Solem deſcribere, ea lege motus, ut radiis a Sole ad Planetam ductis areæ ſemper abſcindantur temporibus proportionales, conſentaneum eſt Ætherem ſeu orbem fluidum, cujuſque Planetæ circulatione circa Solem moveri, quæ dictæ motus legi congruat. Hoc vero demum fiet, ſi orbium innumerorum circularium concentricorum exiguæ craſſitudinis, in quo orbis Planetæ fluidus cogitatione dividitur, quilibet ſuam habeat propriam circulationem, tanto velociorem proportione, quanto quiſque eſt Soli propior; hoc eſt, ſi velocitates circulandi, quæ ſunt in partibus fluidi, ſint radiis ſeu diſtantiis a Sole reciproce proportionales. Unde fit, quod ſive Planeta magis, ſive minus a Sole diſtet, ſectores æqualibus temporibus a radio vectore deſcripti æquales ſint. Nam dicti ſectores ſunt in ratione compoſita ex directa ratione radiorum ſeu diſtantiarum a Sole, & reciproca arcuum ſive circulationum; ideoque, ex hujus circulationis natura, in ratione æqualitatis. Circulationem ſupra deſcriptam, ubi velocitates circulandi ſunt diſtantiis a centro reciproce proportionales, vocat *Harmonicam*, quia poſitis diſtantiis a centro creſcentibus æquabiliter, ſeu arithmetice, circulationes decreſcunt in Harmonica progreſſione; quippe quantitatibus in progreſſione arithmetica poſitis reciproce proportionales, quam eſſe harmonice proportionalium proprietatem vulgo notum eſt.

§. 265. Ponit itaque Vir celeberrimus Planetam moveri motu duplici, ſeu compoſito ex circulatione Harmonica orbis ſui fluidi deferentis, & motu *paracentrico* acceſſus ad Solem, & receſſus ab eodem. Facit autem circulatio ætheris, ut Planeta circuletur harmonice, non velut motu proprio, ſed quaſi tranquilla natatione in fluido deferente, cujus motum ſequitur. Unde nec impetum circulandi velociorem retinet, quem habuerat in orbe inferiore ſeu propiore, ſed eum elangueſcentem, dum ſuperiores, (majori velocitate quam ſuæ reſiſtentes) trajicit, continuo deponit, & ſeſe orbi ad quem accedit inſenſibiliter accommodat; & viciſſim dum a ſuperioribus ad inferiores tendit, impetum eorum accipit. Itaque non tantum in arcubus circuli, ſed & in curva alia quacumque deſcribenda, circulatio harmonica locum habet. Nam area temporis elemento deſcripta, a radiis e Sole ad Planetam

in

in alia quavis curva motum ductis abscissa, comparabiliter non differt a sectore circuli, cujus idem est angulus ad centrum, & radius præcedentium alteruter.

§. 266. Alter motus cum priore motum Planetæ integrum componens, nempe *paracentricus*, duplici ex causa ortum ducit; nempe ex *impressione excussoria circulationis*, & *attractione Solari* (aut quod hujus instar est) inter se compositis. Cum enim omne Mobile a linea curva, quam describit, recedere conatur per tangentem; per hunc motum solum Planeta a Vortice harmonice circulato delatus a Sole recedet. Et ejus conatus centrifugi ab Auctore ostenduntur esse in ratione radiorum reciproca triplicata. Altera motus Planetæ paracentrici pars componens est attractio Solaris, sive, quæ hujus vices gerit, Planetæ gravitas: & licet hanc vim attractionem vocet, eam ab impulsu fluidi ambientis derivari, sicut & ipsas actiones magneticas, nullus dubitat.

§. 267. Porro quoniam ex observatione constat quemlibet Planetam primarium orbitam describere ellipticam, in cujus altero focorum est Sol, itaut radiis e Sole ad Planetam ductis areæ semper abscindantur temporibus proportionales; nulla autem est in Vortice circulationis lex, quæ ultimam conditionem adimpleat, præter harmonicam. Reliquum est, ut quæratur Gravitatis lex, quæ juncta cum conatu centrifugo mobilis harmonice circulantis, motum faciat paracentricum; qui una cum circulatione harmonica mobile in perimetro Ellipsis movere facit, quam (post præmissum Lemma rationem circulationis in coni Sectione ad velocitatem paracentricam ostendens) definit, Theorema sequens demonstrando: *Si Mobile, quod gravitatem habet, feratur in Ellipsi, aut alia coni sectione, circulatione harmonica, sitque in foco Ellipseos centrum tam attractionis, quam circulationis; erunt attractiones seu gravitatis sollicitationes, ut quadrata circulationum directe, seu ut quadrata radiorum, sive distantiarum a foco reciproce.* Invenit igitur inesse Planetis Gravitatem ad Solis centrum tendentem, cujus ea est Lex, ut sit quadrato distantiæ a foco reciproce proportionalis. Hanc porro legem antea notam fuisse D. Newtono ultro agnoscit, quippe cujus *Principia Philosophiæ* antea edita fuerant, & in hisce Actis relata.

§. 268. Post subnexa Corollaria quædam ex primario

suo

ſuo Theoremate pulcre conſequentia, finem *Tentamini* huic Phyſico Aſtronomico imponit, duo agnoſcens in hoc argumento potiſſimum præſtanda ipſi ſupereſſe. Unum, ut explicet quis motus Ætheris Planetas graves faciat, ſeu verſus Solem pellat, & quidem in duplicata reciproca ratione diſtantiarum, ſive (ut ipſe loquitur) in duplicata ratione viciniarum. Deinde, quæ ſit cauſa comparationis motuum inter diverſos Planetas Syſtematis ejuſdem, itaut tempora periodica ſint in ſeſquiplicata ratione mediarum diſtantiarum. Cumque (ſecundum Auctorem) horum utrumque pendere neceſſe ſit a contiguis corporibus, quæ omnia Ætheris nomine indigitat, duo hæc eo collimant, ut diſtinctius explicetur motus Vorticis, ſeu Ætheris Syſtema unumquodque conſtituentis. Sed cum hæc altius repetenda ſint, & propterea brevitati ſchediaſmatis includi non poſſint, quid illi conſentaneum viſum ſit, rectius ſeparatim exponendum ait.

§. 269. Sed contra modo deſcriptum Celeberrimi Leibnitii *Tentamen de Cauſis motuum Cæleſtium* faciunt quædam ex ſuperius adductis, capite antecedenti, rationibus contra Vortices corporeos Planetas deferentes; nempe quod Cometarum quorumdam viæ ſint ad Zodiacum valde obliquæ, quandoque hujus planum ad angulos rectos ſecent, imo nonnunquam curſui Planetarum directe contrariæ. Cumque Cometæ, dum a nobis obſervantur, areas circa Solem deſcribant temporibus proportionales, pari jure Vorticem harmonice circulantem ponere oporteret, cuivis Cometæ æque ac Planetæ circumvehendo neceſſarium; hoc eſt, Vorticem Vortici contrarium.

§. 270. Conſiderando quidem unicum Planetam circa Solem, vel aliud quodvis centrum, rotatum, ſi hic per Vorticem deferendus ſit, nullo proprio motu agitatus, ſed quaſi tranquilla natatione in fluido deferente, cujus motum ſequitur, uti Auctor ſupponit; oportet Vorticem harmonice circulari, ut areæ per radios a Planeta ad Solem ductos abſciſſæ ſint proportionales temporibus. Alia nulla Vorticis conſtitutio rationem inter areas efficiet eandem quam inter tempora. Unde ſi Auctoris Vortex Planetarum motibus non ſatisfaciat, certe alius nullus obtinebit. Atque hoc ſemel poſito, reliqua, quæ per Geometriam inde deducit Auctor, optime procedunt, ut illi ſolent. Quibus ego addo hujuſmodi Vorticem (cujus nem-

nempe fluidum in plano per centrum, cui axis est normalis, harmonice circuletur) mechanice producendum, si sphæra solida in fluido uniformi, & infinito, circa axem positione datum, uniformi cum motu revolvatur, & ab hujus impulsu solo agatur fluidum in orbem, & hujus pars unaquæque perseveret uniformiter in motu suo. Atque hoc tantum Auctori restabat circa motum Vorticis Solaris, seu Ætheris explicandum; nempe quomodo in circulationem harmonicam impelli & incitari possit. Nam quoniam universaliter tempora percurrendi sunt ut spatia percursa directe, & velocitates inverse; & in motu circulari spatia una revolutione percursa sunt ut radii, & in circulatione harmonica velocitates sive circulationes reciproce ut radii; patet tempora periodica partium Vorticis harmonice circulantis esse in duplicata ratione radiorum. Atqui hanc eandem esse proprietatem circulationis in plano per centrum, cui axis est normalis in Vortice, per sphæram centralem ad motum incitato, demonstratum est Lemmate quarto præcedentis Capitis.

Verum si duorum aut plurium Planetarum motus inter se comparentur, apparebit materiam fluidam Vorticis Solaris non moveri circulatione harmonica. Nam hactenus demonstravimus tempora periodica partium fluidi harmonice circulantium (& consequenter etiam corporum, quæ tranquilla natatione in fluido deferuntur) esse in duplicata ratione radiorum. Verum tempora periodica Planetarum non sunt in duplicata, sed tantum in sesquiplicata ratione distantiarum a centro: igitur Planetæ diversi non moventur circulatione harmonica.

§. 271. Dicet proculdubio Auctor se non ponere totum fluidum Vorticis Solaris moveri circulatione harmonica continua, & nullibi interrupta a Mercurio usque ad Saturnum inclusive; sed fluidum deferens Mercurium moveri circulatione harmonica a perihelio usque ad aphelium, deinde interrupta hac harmonia rursus circulari harmonice a Veneris perihelio usque ad ejus aphelium, sed non continuata harmonia cum priore circulatione prope Mercurium: hoc est, itaut circulatio fluidi deferentis Venerem sit ad circulationem fluidi deferentis Mercurium, ut distantia Mercurii a Sole ad distantiam Veneris ab eodem; atque rursus (interrupta priore harmonia) fluidum Terram deferens moveri harmonice quidem a Terræ perihelio ad

aphe-

aphelium, si solitaria spectetur hæc armonia, & non comparetur cum harmonia fluidi ad Venerem, vel Mercurium; atque ita in reliquis deinceps Planetis: hoc est, per crassitiem cujusvis orbis harmoniam obtinere particularem a ceteris separatam, & disjunctam; similiterque in Jovis & Saturni Satellitibus ascendendo a Jovis, & Saturni centro. Fatendum tamen est Auctorem circulationem suam harmonicam etiam ad diversos Planetas extendere videri §. 17. ubi ait: *in distantia dupla tantum quarta pars anguli e Sole spectati eodem temporis Elemento absolvitur, in tripla tantum nona*: nam certe hi numeri in eodem Planeta locum non habent. Quod si (quod maxime oporteret) de interrupta harmonia partium fluidi circulantium expresse loquatur, ægre Philosophis persuadebit rem ita se habere; quod nempe per crassitiem orbis Mercurii a perihelio ad aphelium circulatio sit harmonica, sive fluidi velocitates, ut distantiæ a centro reciproce: comparando vero circulationem hanc cum circulatione ætheris ad alterum quemvis Planetam, illa sit ad hanc in reciproca subduplicata ratione radiorum: nam independenter ab omni causa physica demonstratum est Propos. XXVII., & XXVIII. (*scil. lib.* I. *Astron. Phys. Geom. Davidis Gregori*) Planetarum celeritates esse reciproce in subduplicata ratione distantiarum a Sole. Monstrosus certe futurus est Solis Vortex, & hi fluidi orbes deferentes deferentibus solidis absurdiores, si per crassitiem cujusvis e sex deferentibus orbibus harmonica circulatio locum habeat, & harmonia interim hæc quinquies interrumpatur; nempe ad interstitia deferentium. Et contra hanc interruptionem facit, quod Cometa per Zodiacum in consequentia delatus, & interstitia hæc orbium Planetas deferentium trajiciens ita moveatur, ac si deferretur ab æthere harmonice circulante; id est, ita ut areæ a radio vectore descriptæ sint temporibus proportionales. Advertatur porro quam difformiter difformis esset Solaris Vortex, in quo orbis Saturni crassities, ubi circulatio ætheris harmonica obtinet, major est quam distantia Mercurii a Venere, vel Veneris a Terra, vel etiam Terræ a Marte, in quorum singulis interrumpitur harmonia; & ubi, deposita ratione radiorum reciproca, quam in harmonia servant, circulationes in horum binis quibusvis inter se comparatis sunt in subduplicata ratione radiorum reciproca, mox resumpturæ priorem

rem harmoniam. Videtur ipſum Celeberrimum Auctorem hanc Vorticis harmonice circulantis labem detexiſſe cum *illud ſupereſſe* agnoſcat, *ut explicet, quæ ſit cauſa comparationis motuum inter diverſos Planetas ſyſtematis ejuſdem, ita ut tempora periodica ſint in ſexquiplicata ratione mediarum diſtantiarum*; iſtud enim non eſſe circulationis harmonicæ effectum ſatis perſpexit.

§. 272. Mirum fortaſſe videbitur Celeberrimum Leibnitium, qui ex cauſis primo obtutu tam diverſis a prius ſtabilitis, Planetarum motus deduxit, in eandem tamen incidiſſe legem Gravitatis, qua quiſque in Orbita Ecliptica retinetur. Iſtius coincidentiæ hæc eſt ratio. Licet Leibnitius ad Planetam circumducendum adhibeat materiam Vorticis harmonice circulantem, quia tamen in Planeta ſic circumducto, & curvam quamvis deſcribente agnoſcit conatum excuſſorium, quo fieret ut Planeta in recta tangente curvam moveretur, niſi coerceretur; idem facit ac ſi Planetam æquabiliter in recta moveri ſtatuiſſet, niſi coerceretur: nam hi duo motus ſimul iſtud efficiunt; id eſt, idem ac ſi nulla externa vi agitatus in ſpatiis liberis feratur. In utroque enim caſu lineam rectam motu æquabili deſcribet: nam mobile lineam rectam æquabili motu deſcribens, illam ita percurrit (per Propoſ. 1. Elem. 7.) ut areæ per radios ad quodvis datum punctum ductos abſciſſæ ſint temporibus proportionales. Cum ergo circulatio harmonica, & conatus excuſſorius ſimul eadem præſtent, atque motus æquabilis in recta, fieri non potuit, quin inveniret legem Gravitatis eandem cum prius inventa; nempe quæ Planetam ab eadem tangente recta, quam eodem modó percurreret, ad eandem Sectionem coni detrudat verſus Solem eodem modo poſitum.

CAPUT XVI.

Totius Syſtematis Planetarii Explicatio Phyſica ſecundum Cl. Iſaaci Newtoni principia.

§. 273. IN Parte prima hujus Libri motus corporum in Syſtemate Planetario expoſuimus, quomodo hi ex veris Legibus Naturæ ſequantur, explicandum eſt; id

id eſt, quomodo, corporibus his ſemel motis, in motibus, quos obſervamus, perſeverent.

§. 274. Concipiamus Solem & Mercurium: hi ſi ſibi permittantur, ad ſe mutuo accedunt: ſi autem projiciantur, poterunt circa commune Gravitatis Centrum æqualibus temporibus revolvi, & Ellipticas Lineas immobiles deſcribere, & in illo motu perſeverare; conſtat enim mathematica demonſtratione in hoc caſu corpora circa commune centrum gravitatis deſcribere Ellipſes ſimiles illi, quam unum circa alterum quieſcens, iiſdem viribus poſſet deſcribere, & motus hoſce æqualibus temporibus abſolvi: centrum hoc gravitatis propter magnitudinem Solis, vix ab ipſo Solis centro diſtat.

§. 275. Concipiamus ulterius ad majorem a Sole diſtantiam Venerem projici, turbabit hic paululum Mercurii motum; qui etiam, actione ſua in Venerem, hunc paululum a via deflectet, & ambo Solem, nunc eandem partem verſus, nunc ad partes diverſas, trahent; ſed nunquam ita ad ſe invicem accedunt, ut mutua actio ſenſibilis ſit reſpectu actionis, qua Sol hæc corpora ad ſe trahit; quare omnes hæ irregularitates inſenſibiles ſunt, ut poſtea diſtinctius videbimus. Unde concludimus hæc tria corpora tendere ad punctum in vicinia Solis inter hæc corpora; quod ergo parum admodum diſtat a communi centro gravitatis omnium.

§. 276. Si ſucceſſive Tellus, Mars, & reliqui Planetæ, ad diſtantias diverſas a Sole, projiciantur, idem ratiocinium locum habebit. Unde ſequitur, omnes Planetas revolvi circa omnium corporum, Syſtema componentium, commune centrum gravitatis, quod parum a Sole diſtat: & Planetas ſeſe mutuo ſenſibiliter in motibus non turbare: ſinguloſque lineas deſcribere, quas circa Solem deſcriberent, ſi quiſque ſolus cum Sole in Syſtemate planetario exiſteret, id eſt, Ellipſes immobiles: nam has ex vi gravitatis deſcribi conſtat, nullaſque alias lineas excentricas immobiles, a circulo parum differentes, ex vi centrali ad diſtantias æquales æqualiter agente, deſcribi poſſe notum eſt.

§. 277. Clarius etiam patebit, omnes Planetas ad punctum in vicinia Solis tendere, ſi conſideremus quantitatem materiæ in Sole millies, & magis, materiæ quantitatem in Jove, Planetarum longe maximo, ſuperare.

§. 278.

§. 278. Dum Planetæ omnes revolvuntur, licet parum tantum agitent Solem, hunc tamen agitant, & diversę trahunt, pro vario illorum situ inter se, unde motus exiguus in Sole oritur, qui semper pendet a motu jam acquisito, & mutatione in hoc ex actione memorata, quæ omnibus momentis mutatur.

§. 279. Hujus vero Solis agitationis effectus est, Planetas sese mutuo minus in motibus Ellipticis circa Solem turbare, quam si Sol in medio Systematis quiesceret. Jupiter, ex. gr., si æqualiter a Mercurio & Sole distet, æquali celeritate ad se trahet hæc duo corpora; unde situs respectu Solis minus turbatur, quam si Sol hoc Motu non agitaretur, & Mercurius solus ad Jovem tenderet: pro variis Mercurii & Solis a Jove distantiis, unus aut alter magis attrahitur, & semper in situ respectivo minor mutatio datur, dum ambo eandem partem versus feruntur, quam si, Sole quiescente, Mercurius solus Jovem versus moveretur.

Ratiocinium hoc ad omnes Planetarum magis a Sole distantium actiones, in minus distantes, applicari potest. Quod attinet horum actionem in illos, pro vario situ ad Solem trahunt Planetam, aut hunc a Sole separant, & integram considerando revolutionem respectivam, id est, motum a conjunctione ad conjunctionem sequentem, turbatio minor est, quam si Sol immobilis staret..

§. 280. Magnitudo Solis cum ceteris corporibus Systematis nostri collati, in causa est, ut ex ante demonstratis patet, parum Planetas sese mutuo turbare; cum tamen non infinita sit hæc magnitudo, non semper actiones mutuæ omnino contemnendæ sunt; ideo non inutile erit quasdam de his computationes inire.

§. 281. Diximus observationibus Astronomicis constare, Jovem viam Saturni mutare, ubi huic est proximus; quare hæc turbatio præ ceteris sensibilis sit, ex lege gravitatis deducitur.

§. 282. Actiones Jovis in Saturnum, quando huic est proximus, & Solis in eundem Planetam, qua hic in Orbita ritinetur, sunt inter se directe ut quantitates Materiæ in Jove & Sole, nempe ut 9, 305, ad 10000, & inverse ut quadrata distantiarum Jovis & Solis a Saturno, id est, directe ut quadrata numerorum 954, 434; nam distantiæ Saturni & Jovis a Sole sunt ut 954 ad

520; quare, ubi Jupiter Saturno est proximus, distantiæ hujus a Jove & Sole sunt in dicta ratione. Ratio composita ex memoratis duabus est 45 ad 10000, aut 1 ad 222: hæc Jovis actio cum Saturni gravitate in Solem conspirat; & ideo hanc parte $\frac{1}{222}$ auget: unde non mirum turbationem sensibilem esse.

§. 283. Non consideramus hic vim, qua Jupiter Solem trahit; nam hac orbita Saturni non mutatur, & explicandum erat quare Saturni motum mutatum observent Astronomi; actione tamen Jovis in Solem magis ad Saturnum trahitur Sol, & situs respectivus horum corporum magis turbatur, quam observationibus Astronomicis detegitur. Vis qua Jupiter in situ memorato trahit Solem, & qua ideo hic Saturnum versus trahitur, est ad vim, qua Jupiter Saturnum trahit, ut quadratum numeri 434. ad 520 quadr., id est, ut 31 ad 45., qui ultimus numerus exprimit vim, qua Saturnus ad Jovem tendit, quando gravitas Saturni in Solem exprimitur per 0000. Si colligamus in unam summam vires Jovis, quibus Saturnum & Solem trahit; erit vis, qua ex interposito Jove hæc corpora ad se mutuo tendunt, ad gravitatem Saturni in Solem, ut 76. ad 10000; sed gravitas hæc est ad gravitatem Solis in Saturnum, ut 10000 ad 3., 25; quare accessus mutuus Solis & Saturni est ad augmentum hujus accessus ex actione Jovis interpositi, ut 10003 ad 75, aut, ut 131 ad 1. Hæc notabilis est, & omnium longe maxima turbatio in motu Planetæ primarii cujuscunque, hæc etiam in unico tantum casu locum habet; nam recedente Jove a Saturno, brevi insensibilis est turbatio motus Saturni.

§. 284. In eodem situ Jovis Saturno proximi, hujus vis, licet in hoc casu sit omnium maxima, non æque sensibilis est ad viam Jovis circa Solem mutandam. Actio Saturni ad Jovem trahendum est ad illius actionem, qua Solem trahit, ut 954. quadr. ad 434. quadr.; celerius ergo Jovem trahit, & cum eandem partem versus trahantur, differentia harum virium est vis, cum qua ex Saturni actione, Jupiter & Sol a se mutuo separantur; quæ ideo est ad gravitatem Solis in Saturnum, ut differentia horum quadratorum ad ultimum, id est, proxime ut 72 ad 19. Hæc autem Solis gravitas in Saturnum est ad gravitatem Jovis in Solem, ut 3, 25 ad 10000, & ut 520. quadr. ad

954

954 quadr., id est, ut 19 ad 19509; est idcirco vis turbans Saturni ad Jovis gravitatem in Solem, ut 72 ad 19509, aut ut 1 ad 2703; ita ex actione maxima Saturni, parte tantum $\frac{1}{2703}$ minuitur Gravitas Jovis in Solem, quæ turbatio insensibilis est.

§. 285. Reliquæ Planetarum mutuæ perturbationes sunt multo minores, ut patebit determinando illam, quæ omnium harum reliquarum maxima est, Jovis in Martem, quæ computatione simili præcedenti detegitur.

§. 286. Distantiæ Jovis a Marte & Sole, quando Mars inter hunc & Jovem in eadem linea datur, sunt ut 3677 ad 5201; quare vires, cum quibus Jupiter hæc corpora trahit, sunt inverse ut horum numerorum quadrata, id est, proxime ut 2 ad 1, quarum virium differentia æqualis est ultimæ, id est, gravitati Solis in Jovem. Gravitas hæc Solis in Jovem, est ad gravitatem Martis in Solem, ut 9, 305., ad 10000., & inverse ut quadrata distantiarum horum Planetarum a Sole, & est hæc ratio composita 1 ad 12512; in qua ergo ratione est vis perturbans Jovis ad gravitatem Martis in Solem. Quare Martis gravitas in Solem parte tantum $\frac{1}{12512}$ actione Jovis illi proximi minuitur.

§. 287. Quantumvis perturbationes hæ ex actione Planetarum in se mutuo sint exiguæ, & licet quæ in situ Planetarum diverso locum habent, quodammodo sese mutuo compensent, hisce tamen paululum mutatur ratio, juxta quam decrescit vis, quæ Planetas in Orbitis retinet, ita ut non exacte minuatur in ratione inversa quadrati distantiæ; idcirco, licet sensibiliter quiescant Orbitæ, post multas revolutiones situs harum Orbitarum paululum mutatus observatur.

§. 288. Ex hisce omnibus sequitur Planetas in principio ad distantias, ad quas a Sole moventur, semel projectos, in motibus, legibus ante expositis, perseverare; excentricitatemque Orbitarum pendere a celeritate, & directione primæ projectionis. Motus autem hi diutissime conservari possunt propter Materiæ cælestis exiguam resistentiam.

§. 289. Patet etiam, quare lineis ad centrum Solis ductis describant areas temporibus proportionales; quia nempe ceteræ gravitates in Systemate exiguæ sunt, respe-

ctu gravitatis Solem versus; ideoque hac sola in Orbitis retinentur Planetæ, unde hæc arearum proportio sequitur.

§. 290. Motus etiam in lineis Ellipticis lentissime translatis ex lege gravitatis sequitur; hæ enim immobiles essent, si in Solem tantum graves essent Planetæ, & ex actione mutua Planetarum lenta orbium agitatio deducitur.

§. 291. Quod autem spectat proportionem, quæ inter cubos distantiarum & temporum periodicorum quadrata observatur, sequitur hæc quoque ex gravitatis lege; ita ut si hisce addamus, quæ de deflexione Saturni diximus, nihil explicandum supersit circa motum Planetarum primariorum.

§. 292. Cometarum motus a lege gravitatis pendere, etiam ex Observationibus deducitur; & horum respectu, ut circa Planetas dictum, Solis gravitas prævalet, & hac gravitate a via recta deflectuntur: viæ autem curvaturam ab hac eadem gravitate etiam pendere ex eo sequitur, quod corpus ex hac gravitate describat aut Ellipsin, aut Parabolam, aut Hyperbolam; quales lineas descripsisse hos Cometas constat, quorum Trajectoriæ fuere determinatæ.

§. 293. Satellites Jovis & Saturni circa Primarios iisdem legibus moventur, quibus Primarii circa Solem rotantur; quare motuum horum explicatio ad illos etiam referri potest; nam in tribus hisce casibus circa Solem, Jovem & Saturnum, dantur corpora minora, ad varias distantias, circa corpus multo majus revoluta.

§. 294. Dum Secundarii circa Primarium rotantur, omnes motu communi moveri posse clarum est; quo non turbantur motus respectivi, quibus inter se agitantur, quia diversis impressionibus corpus eodem tempore ferri potest; motus Primario cum Satellitibus suis communis est motus Primarii circa Solem.

§. 295. Turbantur tamen Secundariorum motus ex Solis actione, quem versus pro vario situ nunc Primario celerius, nunc tardius, feruntur; plerumque etiam per directiones diversas in centro Solis concurrentes; hæ irregularitates, quæ exiguæ sunt, in Satellitibus Saturni & Jovis observari non possunt, licet revera similes sint illis, quæ in motu Lunæ observantur, minima hujus deviatio nobis admodum est sensibilis; exactissime autem Lunæ irregularitates ex Theoria gravitatis sequi, in Capite sequenti patebit.

CA-

CAPUT XVII.

Motus Lunæ Explicatio Physica.

§. 296. LUnam & Tellurem semel projectas, circa commune gravitatis centrum in motu perseverare posse constat, si impressione communi quacunque ferantur per lineas rectas parallelas inter se, ut de Satellitibus Jovis & Saturni dictum; motus hic non turbabit motum circa centrum commune gravitatis, quod solum directionem hanc sequetur; quia respectu amborum corporum quiescit. Corpora vero motu composito ex hac impressione, & motu circa commune gravitatis centrum feruntur; id est, circa hoc translatum gyrantur, ut circa idem quiescens ante hujus motum. Si omnibus momentis novæ impressiones communes ambobus corporibus in hæc agant, poterit omnibus momentis mutari via centri gravitatis, quæ mutatio similis erit illi, quam subirent corpora ipsa, si motu respectivo carerent.

§. 297. Ex hisce deducimus, si dum Luna & Tellus circa commune centrum gravitatis in gyrum moventur, ambæ projiciantur, viam centri gravitatis ex actione Solis in utrumque corpus agentis illam esse, quam corpus eodem modo projectum circa Solem describere posset.

§. 298. Unde sequitur Lunam motum Telluris turbare, & centrum commune gravitatis horum corporum describere orbitam circa Solem, quam huc usque a Tellure ipsa descriptam diximus, quia ad actionem Lunæ huc usque non attendimus; Tellus autem describit curvam irregularem.

§. 299. Posito Sole in S (*Tab.* 3. *Fig.* 13.); sit in F centrum commune gravitatis Lunæ Q, & Telluris M in Plenilunio: post integram Lunationem, id est, iterum in Plenilunio sit hocce centrum in A; & sit F D A Orbita, quam Telluris vocamus, & in qua memoratum centrum gravitatis revera movetur.

§. 300. Sit Lunatio hæc divisa in quatuor partes æquales; post primam centrum gravitatis erit in E, Luna in P, Tellus in L; post præterlapsam secundam temporis partem in Novilunio centrum gravitatis erit in D, Luna in R, Tellus in I; in Quadratura sequenti centrum gravitatis

erit in B, Luna in O, Tellus in H; tandem in Plenilunio, posito centro gravitatis in A, Luna erit in N, Tellus in G: quæ omnia sequuntur ex revolutione Telluris & Lunæ circa commune centrum gravitatis, dum hoc in orbita circa Solem movetur.

§. 301. Videmus ergo Tellurem moveri in curva M L I H G, quæ in singulis Lunationibus bis inflectitur; quæ curva etiam in se non redit, quia inflexiones in variis revolutionibus circa Solem non coincidunt: quia duodecim Lunationes cum tertia parte circiter singulis annis absolvuntur.

§. 302. Irregularitas hæc motus Telluris, quæ ex Legibus Naturæ deducitur, nimium est exigua, ut in observationibus Astronomicis sensibilis sit, aut ullo modo percipiatur; quare sine errore ponimus centrum ipsum Telluris orbitam F D A percurrere; nam M F, aut D I, distantia maxima Telluris ab hac orbita, est circiter pars quadragesima distantiæ M Q, quæ ipsa non est trecentesima pars distantiæ F S.

§. 303. Etiam in explicandis, quæ Lunam spectant, negligimus considerationem motus Telluris circa sæpius memoratum centrum gravitatis, sed ponimus illam revolvi ad distantiam a centro Telluris 60 Semid.; quia ut antea vidimus, ad hanc distantiam, in suo tempore periodico, revolvi posset circa Tellurem quiescentem, aut translatam in orbita; in qua ex Lunæ actione non turbaretur. Multo facilius hac methodo Lunæ irregularitates deteguntur, quæ eædem sunt, ut facile patet, sive Luna circa commune centrum gravitatis Lunæ & Telluris, sive circa ipsum Telluris centrum, rotetur.

§. 304. Sit Sol S, Tellus in T, Lunæ Orbita A i B l; tandem detur Luna in A in Quadratura: per A S Solem versus tendit, eodem modo, & eadem celeritate, qua Tellus versus S per T S fertur; quia distantiæ A S & T S sunt æquales: repræsentetur celeritas hæc per T S aut A S, poterit actio, qua Luna conatur descendere per A S resolvi in duas, formato Parallelogrammo A D S T; ita ut Luna conetur moveri per A D & A T, celeritatibus, quæ hisce lineis repræsentantur.

§. 305. Pressione per A D agenti Luna eadem celeritate, & eandem partem versus cum Tellure fertur; propter lineas parallelas & æquales T S & A D; quare ex hoc

motu

motu relatio inter Lunam & Tellurem non mutatur; pressio autem per A T cum gravitate Lunæ in Tellurem conspirat, & augetur gravitas hæc ex actione Solis, quando Luna in Quadraturis versatur: estque augmentum ad Telluris gravitatem in Solem; ut A T Lunæ distantia a Tellure, ad T S Telluris distantiam a Sole; pressiones autem per A T & T S hisce ipsis lineis repræsentari ex eo facile liquet, quod gravitates sint pressiones, quæ in corpora mota, ut in quiescentia agunt, quæque ideo singulis momentis generant augmenta velocitatum in ratione ipsarum gravitatum, in qua eadem ratione sunt, ergo velocitates eodem tempore genitæ.

§. 306. Manente T S Telluris distantia a Sole, crescit & minuitur augmentum memoratum gravitatis in ratione lineæ A T, id est, distantiæ Lunæ a Tellure.

§. 307. Manente autem hac Lunæ distantia a Tellure A T, si augeatur T S, minor erit A T respectu T S; ideo licet non mutaretur vis, qua Tellus & Luna Solem versus cadunt, augmentum, de quo agimus, minus esset, & eo minus, quo major est T S, quia hæc licet aucta, eandem tamen quantitatem repræsentaret; ideo augmentum erit inverse ut T S; vis autem gravitatis non manet, quando T S augetur, sed minuitur; quare & hac de causa minuitur augmentum memoratum, & quidem in eadem ratione cum hac vi gravitatis; ideoque in ratione inversa quadrati distantiæ T S; si hæc diminutio cum alia memorata conjungatur, videmus augmentum, de quo agimus, sequi rationem inversam cubi distantiæ Telluris a Sole.

§. 308. Manente Telluris a Sole distantia, Lunæ gravitas in Tellurem lentius in quadraturis decrescit, quam pro ratione inversa quadrati distantiæ a Telluris centro; nam si augmentum in hoc casu sequeretur inversam hanc rationem quadrati distantiæ, quam sequitur gravitas ex Telluris actione, non turbaretur hæc ratio: augmentum vero crescit, dum gravitas ipsa minuitur; quare augmentum, quando distantia augetur, semper majus est, quam requiritur, ideoque diminutio gravitatis minor.

§. 309. Augmentum hoc computatione determinatur in mediis Lunæ a Tellure, & hujus a Sole distantiis: sint A T & T S hæ distantiæ mediæ; est augmentum quæ-

quæſitum ad gravitatem Telluris in Solem, ut A T ad T S; eſt etiam hæc gravitas Telluris in Solem ad gravitatem Lunæ in Tellurem, (quia corpora hæc hiſce gravitatibus in Orbitis retinentur) directe ut T S ad T A, & inverſe ut quadratum temporis periodici Telluris circa Solem ad tempus Lunæ circa Tellurem: eſt idcirco augmentum quæſitum ad gravitatem Lunæ in Tellurem, in ratione compoſita ex hiſce rationibus: id eſt, in ratione memorata inverſa quadratorum temporum periodicorum Telluris & Lunæ, ceteris rationibus ſeſe mutuo deſtruentibus. Tempora hæc dantur, & ſunt inverſe horum quadrata ut 1. ad 178, 73.

§. 310. Sit nunc Luna in *i*, in quo ſitu Sol Lunam & Tellurem per eandem lineam ad ſe trahit, ſed non æqualiter; Lunam majori cum vi, quia minus ab illo diſtat: differentia harum Virium eſt vis, qua Luna a Tellure retrahitur, & qua gravitas Lunæ in Tellurem minuitur.

§. 311. Vires, quibus Luna in *i*, & Tellus in T, Solem verſus tendunt, ſunt inter ſe ut quadrata linearum S T, & S *i*, & differentia virium, id eſt vis turbans, eſt ad vim, qua Tellus Solem verſus deſcendit, ut differentia horum quadratorum ad quadratum lineæ *i* S, id eſt, quam proxime, ut dupla *i* T ad *i* S aut T S; nam hæ Lineæ parum admodum inter ſe differunt; & differentia quadratorum, quorum radices parum inter ſe differunt, eſt, ſervata proportione, dupla illius, quæ inter radices datur.

§. 312. Si ergo T S, ut antea, repræſentet vim, qua Tellus Solem verſus deſcendit, *i l* repræſentabit vim turbantem & gravitatem minuentem, dum in Quadraturis vis turbans per A T repræſentatur.

§. 313. Detur Luna in *l*; iterum cum Tellure, per eandem lineam a Sole attrahitur; ſed quia Tellus minus diſtat, celerius hæc Solem verſus movetur; ita ut detur vis, quæ Tellurem a Luna ſeparat, differentia nempe virium Lunam & Tellurem trahentium; quæ vis cum gravitate Lunæ in Tellurem contrarie agit, & hanc minuit; eodem modo, ut ex majori gravitate Lunæ in Solem, poſita illa in *i*, demonſtratum fuit. In *l* etiam vis ſeparans a vi ſeparante in *i* vix differt; hæc enim, ut vidimus, proportionalis eſt differentiæ quadratorum linearum T S & *i* S, & illa, ut ſimili demonſtratione evincitur, differentiæ quadratorum linearum *l* S & T S; quæ diffe-

differentiæ, propter exiguam *il* reſpectu T S, vix inter ſe differunt, ita ut vis, quæ minuit gravitatem Lunæ in *l*, etiam repræſentetur per *il*.

§. 314. Major tamen paululum eſt vis perturbans in conjunctione in *i*, quam in oppoſitione in *l*; nam, poſitis differentiis æqualibus inter radices, quadrata, ſervata proportione, eo magis differunt quo minora ſunt: & ſic ſervata proportione magis differunt vires in *i* & T, quam in T & *l*, quæ etiam minores ſunt.

§. 315. Concludimus ex his, vim, quæ in Syzygiis gravitatem Lunæ minuit, duplam eſſe illius, quæ hanc auget in Quadraturis; nempe ut *il* ad A T. Quare in Syzygiis Lunæ gravitas ex actione Solis minuitur parte, quæ eſt ad totam gravitatem, ut 1 ad 89,36; nam in Quadraturis augmentum gravitatis eſt ad ipſam, ut 1 ad 178,72.

§. 316. In Syzygiis vis perturbans ſequitur eandem proportionem cum ſemiſſe hujus, id eſt, cum vi perturbante in Quadraturis; eſt ergo directe ut diſtantia Lunæ a Tellure, & inverſe ut cubus diſtantiæ Telluris a Sole.

§. 317. In Syzygiis gravitas Lunæ in Tellurem, in receſſu illius ab hujus centro, magis minuitur, quam juxta rationem inverſam quadrati diſtantiæ ab hoc centro; in hac enim ratione minueretur, ſi vis ablatitia perturbans illam inverſam ſequeretur rationem; cum autem hæc contra creſcat, quando diſtantia augetur, ſemper diminutio major eſt, quam juxta rationem inverſam quadrati diſtantiæ.

§. 318. Tandem ſit Luna in F, loco quocumque intermedio inter Quadraturam & Syzygiam, Solem verſus trahitur per F S; a quo cum minus diſtet, quam Tellus T, majori cum vi quam Tellus trahitur. Sit vis, qua Luna ad Solem tendit, ad vim, qua Tellus ad eundem fertur, ut F M ad T S, quæ etiam in præcedentibus eandem Telluris gravitatem deſignat. Formetur parallelogrammum FHMI, cujus diagonalis ſit F M, & cujus latus F H ſit parallelum, & æquale lineæ T S. Gravitas Lunæ Solem verſus reſolvitur in duas vires, unam per F H, alteram per F I; & hæ lineæ deſignant preſſiones, quibus Luna per ipſas moveri conatur. Actio per F H communis eſt Lunæ & Telluri, quæ æquali vi per lineam huic parallelam etiam ad Solem tendit; ita ut hoc motu, Lunæ

hujus

hujus situs respectu Telluris non mutetur, & vis perturbans sit sola pressio per F I.

Propter immensam Solis distantiam, pars M S lineæ M F exigua est respectu totius; & angulus F S T, ubi maximus est, ut A S T, vix sextam unius gradus partem superat; unde sequitur lineas M I & S N admodum esse vicinas, punctaque I & N vix distare, & sine errore sensibili posse confundi; qui tamen error quantumvis sit contemnendus, in consideratione integræ revolutionis compensatur errore contrario, posita Luna in E. Vis ergo perturbans designatur per F N.

§. 319. Notandum, quando lineæ E S sola pars E F consideratur hanc pro parallela haberi lineæ *i l*, propter exiguum angulum, quem hæ lineæ efficiunt. Ex puncto N ducatur perpendiculum N Q ad lineam F T continuatam si necesse fuerit, per quam Luna in Tellurem gravitat; & construatur Parallelogrammum F P N Q rectangulum; concipiamus vim per F N resolutam in duas per F Q & F P agentes, & hisce lineis repræsentatas: actione per F Q gravitas minuitur in casu hujus Figuræ; augetur, quando punctum Q inter F & T cadit: pressione autem F P Luna in Orbita trahitur Syzygiam vicinam *i* versus, & acceleratur aut retardatur Lunæ motus, prout vis hæc cum motu Lunæ conspirat, aut contrarie agit.

In vicinis Syzygiæ minuitur Lunæ gravitas, & linea F Q, quæ diminutionis hujus proportionem sequitur, minuitur recedendo a Syzygia, donec evanescat ad distantiam ab hac 54 Gr. 44; ad majorem Lunæ a Syzygia distantiam Q inter F & T cadit, & ex Solis actione gravitas Lunæ in Tellurem augetur.

Vis per F P in Syzygia *i* nulla est; recedendo ab hac augetur ad octantem usque, punctum medium inter Syzygiam & Quadraturam; minuitur iterum, donec in B etiam nulla sit.

§. 320. Inter B & *l*, aut *l* & A, motus perturbantes eodem modo determinantur, ac in parte opposita inferiori A *i* B Orbitæ; in E & F æqualis est gravitatis diminutio & in illo situ æquali vi in orbita Syzygiam *l* versus trahitur, qua in F Syzygiam *i* versus pellitur.

§. 321. Ex hisce sequitur in motu Lunæ a Syzygia ad Quadraturam, inter *i* & B, ut & *l* & A, gravitatem Lunæ in Tellurem continuo augeri & Lunam in motu

continuo retardari. In motu autem a Quadratura ad Syzygiam inter B & *l*, ut A & *i*, minuitur omnibus momentis Lunæ gravitas, & hujus motus in orbita acceleratur. Determinantur vires, a quibus effectus hi pendent, conferendo has cum vi nota, qua gravitas in Quadraturis augetur, & quæ per Lunæ distantiam a centro Telluris repræsentatur.

§. 322. Lineæ M I, H F, S T ex constructione sunt æquales; ideo cum Puncta I & N confundantur, M N valet S T, & M S æqualis est N T. Lineæ M F & S T repræsentant vires, quibus Luna in F & Tellus in T Solem S versus feruntur; sunt ergo ut quadratum lineæ T S ad quadratum lineæ F S; quare cum F G sit differentia harum linearum, differunt inter se F M & T S dupla G F, & addendo G F lineæ F M differentia inter G M & T S, id est M S, erit tripla lineæ F G; quantum ergo etiam valet N T: F E autem est dupla F G; ideo N T ad F E ut tria ad duo.

Continuetur F T, si necesse fuerit, & ad hanc, ex E, ducatur perpendicularis E V, Triangula E V F, & N Q T rectangula erunt similia, propter angulos alternos V F E & Q T N: idcirco N T ad F E, id est, tria ad duo, ut N Q, æqualis F P, ad E V; quæ ergo proportionalis est duabus tertiis partibus vis, quæ exprimitur per F P; sed E V est sinus anguli E T V ad centrum, dupli anguli E F V ad circumferentiam, æqualis angulo F T L, distantiæ Lunæ a Syzygia. Idcirco, ut Radius T A, aut T E, ad sesquisinum duplæ distantiæ Lunæ a Syzygia, nempe ad F P, ita augmentum gravitatis in Quadraturis, quod radio T A designatur, ad vim quæ motum Lunæ in orbita accelerat aut retardat.

Computatio diminutionis gravitatis, & in minori distantia a quadraturis, hujus augmenti, ex iisdem principiis deducitur.

§. 323. Repræsentatur hæc diminutio linea F Q, quæ valet Q T demto radio; sed ex consideratione triangulorum memoratorum, sesqui V F valet Q T: ideo sesqui V T, addito dimidio radio, designat diminutionem gravitatis quæsitam; & radius est ad summam aut differentiam sesqui-cosinus duplæ distantiæ Lunæ a Syzygia & dimidii radii, ut augmentum gravitatis in Quadraturis ad diminutionem, aut augmentum gavitatis in situ Lunæ, de quo computatio initur.

§. 324.

§. 324. Differentia inter co sinum & dimidium radium utimur, quando angulus, cujus est co-sinus, angulum rectum superat; quia in hoc casu utimur co-sinu complementi anguli ad duos angulos rectos; quando in hoc eodem casu sequi cosinus, quo utimur, semi-radium superat, quantitas detecta est addititia, id est, gravitatem augeat, quod ubique inter Quadraturam & 35 Gr. 16.' ab hac obtinet.

§. 325. Vires hæ, quæcunque fuerit orbitæ Lunaris figura, exacte determinantur, nam conferuntur cum augmento gravitatis in quadraturis, posita Luna in Quadratura ad eandem distantiam a Tellure, ad quam revera datur in loco, de quo agitur; augmentum vero hoc in omni casu detegitur.

Licet extra scopum hujus operis sit computum motus Lunæ tradere, necesse duxi breviter exponere, qua methodo vires, quibus Luna regitur, detegantur; quia eo facilius effectum generalem virium concipimus, quo exactius ipsas novimus.

§. 326. Ut nunc motum Lunæ examinemus, singulatim hujus variæ irregularitates perpendendæ sunt; quod ut sine confusione fiat, plerasque in initio hujus examinis removemus irregularitates, & concipimus Lunam in circulo motam circa Tellurem, in qua curva retineri posse ex gravitate constat. Concipimus quoque, orbitam Lunæ in plano Eclipticæ dari.

§. 327. Ex actione Solis turbatur hic motus, & orbita magis convexa est in Quadraturis, quam in Syzygiis. Nam curvæ a corpore vi centrali descriptæ convexitas eo major est, quo vis centralis majori cum vi corpus omnibus momentis ex via detorquet; etiam eo major est, quo corpus lentius movetur, quia vis centralis diutius agens majorem edit effectum in inflectenda corporis via. Ex causis contrariis minuitur convexitas curvæ. Ambæ concurrunt in augenda orbitæ convexitate in quadraturis, & hac minuenda in Syzygiis.

§. 328. Ex his sequitur circularem orbitæ lunaris figuram in ovalem mutari, cujus major axis per Quadraturas transit; ut partes magis convexæ in Quadraturis dentur. Quare Luna minus a Tellure in Syzygiis, magis in Quadraturis distat; & non mirum Lunam ad Tellurem in Syzygiis accedere, licet gravitas hujus minuatur; quia accessus

cessus non est effectus immediatus hujus diminutionis, sed inflexionis orbitæ Quadraturas versus.

Motus Lunæ, sublata Solis actione, non est in circulo, sed Ellipsi, cujus focorum alter cum Telluris centro coincidit; nam orbita Lunæ est excentrica, & vi gravitatis in hac retinetur.

§. 329. Demonstrata ergo non exacte ad motum Lunæ applicari possunt; cum autem vires, quæ deviationes explicatas generant, in Lunam revera agant, Ellipsis, quam Luna sublato Sole describeret, mutatur, & ceteris paribus, Propositiones superius indicatæ ad Lunæ motum applicari possunt. Id est, Ellipseos (quam Luna sublato Sole describeret, in quocunque situ respectu Solis detur,) figura, posito Sole, mutatur paululum, partes, quæ in Quadraturis dantur, convexiores fiunt; contra, quæ per Syzygias transeunt, ex convexitate amittunt; unde etiam variationes in distantiis necessario sequuntur.

§. 330. In Quadraturis & Syzygiis vis perturbans cum vi gravitatis Tellurem versus, in eadem linea agit; ideoque vis, quæ continuo in Lunam agit, & hanc in orbita retinet, ad centrum Telluris dirigitur, & Luna describit areas, lineis ad hoc centrum ductis, temporibus proportionales.

§. 331. In aliis orbitæ punctis, ut F, præter vim, quæ in linea FT agit, datur & alia, cujus directio ad FT est perpendicularis, quæ hic per FP repræsentatur: directio vis ex ambabus composita dirigitur paululum ad latus lineæ FT, & non tendit ad Telluris centrum; quare areæ, lineis ad centrum Telluris ductis, non sunt exacte temporibus proportionales. In Octantibus FP est omnium maxima, & vis, quæ per hanc lineam repræsentatur, est ad gravitatem Lunæ Tellurem versus, in hoc puncto, in mediis Lunæ & Solis distantiis, ut 1 ad 119, 15; quare directio vis compositæ ex actionibus Solis & Telluris in Lunam, cum linea FT efficit angulum circiter semi-gradus.

§. 332. Variis irregularitatibus aliis subjicitur motus Lunæ, ita ut curvam omnino irregularem describat; quam ut computationibus, quantum fieri potest exactissimis, subjiciant, ad Ellipsin reducunt Astronomi, quam variis motibus agitatam, etiam mutabilem concipiunt, ne Luna hanc deserat.

§. 333. Circa vires centrales constat corpus non describe-

bere Ellipsin, si vis centralis, qua in orbita retinetur, in alia ratione decrescat, quam in ratione inversa quadrati distantiæ; curvam tamen sæpe posse reduci al Ellipsin mobilem: quæ circa focum rotatur, & cujus motus aliquando eandem partem versus cum motu corporis, aliquando in contrariam partem fertur.

Ex hisce sequitur Lunæ orbitam ad Ellipticam referri non posse, nisi quatuor motibus singulis revolutionibus hanc agitatam concipiamus; id est, nisi linea Apsidum, (id est major axis Ellipseos) quæ per centrum Telluris transit, bis progrediatur, & bis regrediatur.

§. 334. Progrediunrur Apsides Luna in Syzygiis versante, aut potius in motu Lunæ inter puncta a Syzygiis 54. Gr. 44'. distantia. In Quadraturis, & inter puncta ab his distantia 35 Gr. 16'. Apsides regrediuntur, id est, in antecedentia moventur.

§. 335. Vires, a quibus progressus & regressus Apsidum pendent, sunt vires motum Lunæ turbantes, antea explicatæ; ideo cum vis turbans in Syzygiis sit dupla vis turbantis in Quadraturis, progressus, qui etiam per majorem arcum locum habet, integra considerata Lunæ revolutione, regressum superat, ceteris paribus.

In circulo, cujus centrum in centro virium datur, diminutio vis in recessu a centro nullum edit effectum, quia non a centro recedit corpus; idcirco effectus diminutionis hujus est eo major, quo a tali circulo magis differt curva, quam corpus describit.

§. 336. In orbita elliptica, cujus focorum alter cum virium centro coincidit, curvatura in Apsidibus omnium maxime a tali circulo differt, & effectus diminutionis vis in recessu a virium centro, est omnium maximus. Si orbita hæc parum fuerit excentrica, in extremitatibus axeos minoris parum admodum curvatura circuli memorati differt a curvatura Ellipsis respectu foci, & diminutionis effectus est omnium minimus.

§. 337. Progressus, & regressus Apsidum pendet a proportione, juxta quam decrescit vis gravitatis recedendo a Telluris centro; est ideo effectus diminutionis vis centralis.

§. 338. Varias subit mutationes explicatus Apsidum motus (*Tab. 3. Fig. 15.*): omnium celerrime progrediuntur Apsides in Lunæ revolutione, posita Apsidum linea in Syzygiis; & in hoc ipso casu omnium lentissime in eadem revolu-

volutione remeant; quia propter exiguam Lunæ excentricitatem parum ab extremitatibus axeos minoris orbitæ distant Quadraturæ.

§. 339. Posita linea Apsidum in Quadraturis, omnium minime in Syzygiis in consequentia feruntur Apsides (*Tab. 3. Fig. 16*); celerrime autem redeunt in Quadraturis; & in hoc casu in integra Lunæ revolutione regressus progressum superat.

§. 340. Dum Tellus in orbita transfertur, linea Apsidum successive omnes acquirit situs respectu Solis; quare, plurimis revolutionibus Lunæ simul consideratis, progrediuntur Apsides, & ex observationibus constat in spatio circiter octo annorum lineam Apsidum integram peragere revolutionem.

§. 341. Orbitæ Excentricitatem etiam inconstantem esse diximus. Augetur corporis Excentricitas, si vis centralis continua diminutione celerius quam ante decrescat; tunc enim dum corpus ab Apside ima ad Apsidem summam transfertur, omnibus momentis minus trahitur, quam si vis minus decresceret, quare magis recedit; augetur etiam eadem orbitæ Excentricitas in eodem casu in motu ab Apside summa ad imam; quia in hoc casu accessu ad centrum celerius crescit vis; ita ut in utroque casu differentia inter maximam & minimam distantiam a centro virium major fiat, ideoque Excentricitas augeatur. Simili ratiocinio patet Excentricitatem minui, quando vis centralis lentius decrescit, quam ante, in recessu a centro.

§. 342. Hisce ad motum Lunæ applicatis, patet orbitæ Excentricitatem singulis revolutionibus varias subire mutationes, augeri dum Luna per Syzygias transit, minui dum in Quadraturis versatur. Est vero Excentricitas omnium maxima, posita linea Apsidum in Syzygiis; quia in integra revolutione causa, quæ auget Excentricitatem, est omnium maxima, & quæ hanc minuit, omnium minima; in Apsidibus collatis celerius decrescit vis centralis quam pro ratione inversa quadrati distantiæ, unde augmentum hoc sequitur, quod in hoc situ prævalet. Orbita vero omnium minime est excentrica, versante linea Apsidum in Quadraturis, prævalente diminutione Excentricitatis.

§. 343. Lunam diximus moveri in plano ad Eclipticæ pla-

planum inclinato; lineam Nodorum rotari in antecedentia, & inconstantem esse orbitæ inclinationem; effectus hi ex actione Solis in Lunam etiam deducuntur.

§. 344. Propter exiguam orbitæ lunariis inclinationem, vires, quas huc usque in plano Eclipticæ agentes, non attendendo ad orbitæ inclinationem, consideravimus, sine sensibili errore ad orbitæ planum referuntur, & Luna in hoc motibus ante explicatis subjicitur. Sed datur vis, quæ Lunam ex plano orbitæ removet; ita ut hoc planum agitatum concipere debeamus, ne Luna orbitam deserat.

§. 345. Sit Luna in F (*Tab.* 3. *Fig.* 14.); attendendo ad illa, quæ de actione Solis superius dicta sunt, liquet planum parallelogrammi FHMI per lineam TS transire, quæ centra Solis & Telluris jungit, & quæ ideo in plano Eclipticæ datur; ita ut punctum N, ad quod dirigitur vis FN turbans ex actione Solis, in hoc plano detur.

§. 346. Repræsentetur hæc eadem vis per FI; (*Tab.* 3. *Fig.* 17.) in F ad orbitæ planum detur perpendicularis FR, & concipiatur parallelogrammum FRI*i*, cujus latus F*i* in plano orbitæ detur, & cujus diagonalis sit FI; vis turbans per FI resolvitur in duas, per FR & F*i*, quas hæ lineæ repræsentant, & quarum hæc in plano orbitæ agit: ita ut ad hanc debeamus referre, quæ spectant vim turbantem, de qua supra egimus; lineæ enim F*i* & FI vix differunt, & planum parallelogrammi FRI*i* ad planum orbitæ lunaris est perpendiculare.

§. 347. Determinanda est linea FR, quæ repræsentat vim, quæ ad planum orbitæ perpendiculariter agit, & Lunam ex hoc plano removet; ratio autem lineæ FR, aut I*i*, ad radium ET, est ratio vis turbantis, de qua hic agitur, ad augmentum gravitatis in Quadraturis.

§. 348. In casu hujus Figuræ, in qua linea Nodorum N*n* in Quadraturis versatur, detegitur FR, quia IT (quæ est NT Fig. 14.) datur, & quia IT ad I*i*, aut FR, ut radius ad sinum inclinationis orbitæ.

§. 349. Sed in omni casu determinanda est vis, quæ Lunam ex plano pellit; ponamus ideo lineam Nodorum translatam ad situm M*m*, quo ceteris manentibus, mutatur I*i*. Ad *m*M continuatam, si necesse fuerit, dentur perpendiculares *i*X & IX, quæ angulum efficiunt æqualem inclinationi plani orbitæ.

§. 350.

§. 350. Ratio inter ET & I*i*, id eſt, ratio inter augmentum gravitatis in Quadraturis & vim, quam quærimus, quæ Lunam ex plano orbitæ removet, eſt compoſita ex rationibus lineæ ET ad TI, lineæ TI ad IX, & tandem lineæ IX ad I*i*. Prima eſt ratio inter radium & ſinum diſtantiæ Lunæ a Quadratura triplicatum; ſecunda eſt ratio radii ad ſinum anguli I T X, id eſt, diſtantiæ nodi a Syzygia; tertia tandem eſt ratio radii ad ſinum inclinationis orbitæ; & ratio ex his compoſita eſt ratio cubi radii ad ter productum ſinum diſtantiarum Lunæ a Quadratura, & nodi a Syzygia, ut & inclinationis plani.

§. 351. Vis hæc in quadraturis nulla eſt, quia punctum I cum puncto T centro Telluris coincidit, & evaneſcit linea I*i*, lineis FI & F*i* concurrentibus in plano orbitæ; quod etiam ex computatione memorata ſequitur; evaneſcente ſinu diſtantiæ Lunæ a Quadratura, ideoque toto producto, quod per ſinum hunc multiplicatur.

§. 352. Evaneſcit idem hoc productum, & cum hoc vis, quam repræſentat, evaneſcente ſinu diſtantiæ Nodi a Syzygia, id eſt, poſita linea Nodorum in Syzygiis; etiam hoc ex eo deducitur, quod linea Nodorum N*n* continuata per Solem tranſit; quare Sol in ipſo plano orbitæ datur; ideoque Lunam, niſi in hoc plano trahere non poteſt.

§. 353. Vis etiam, quam examinamus, augetur in acceſſu Lunæ ad Syzygiam, & in receſſu Nodi ab hac.

§. 354. Sit P*p* (*Tab.* 3. *Fig.* 19.) planum Eclipticæ; PA orbita Lunæ; ubi Luna ad A pervenit, id eſt, paulum a Nodo receſſit, ex plano orbitæ removetur, & in ſecundo momento non per AB, continuationem orbitæ PA, ſed per A*b* fertur; quia per B*b* ad planum Eclipticæ accedit; itaque movetur, quaſi ex Nodo magis diſtante *p* procederet. Unde patet Nodos regredi, dum Luna in orbita movetur, quamdiu a Nodo recedit: etiam remeant Nodi in acceſſu Lunæ ad Nodum oppoſitum; quia cum Luna continuo ex orbita planum Eclipticæ verſus pellatur, continuo ad punctum minus diſtans dirigitur, & citius ad Nodum pervenit, quam ſi tali motu non agitata, eadem celeritate in motu continuaſſet.

§. 355. Integram conſiderando Lunæ revolutionem, ceteris paribus, celerrime in antecedentia moventur Nodi, verſan-

ſante Luna in Syzygiis, deinde lentius atque lentius, donec quieſcant, verſante Luna in Quadraturis.

§. 356. Dum Tellus circa Solem rotatur, etiam non attendendo ad motum memoratum Nodorum, linea Nodorum ſucceſſive omnes ſitus poſſibiles acquirit, reſpectu Solis: & ſingulis annis, bis per Syzygias, bis per Quadraturas tranſit.

§. 357. Si nunc plurimas conſideremus Lunæ revolutiones, Nodi in integra revolutione celerrime remeant, verſantibus Nodis in Quadraturis; dein lentius, donec quieſcant, poſita linea Nodorum in Syzygiis.

§. 358. Hac eadem vi, qua Nodi moventur, mutatur etiam orbitæ inclinatio; augetur in receſſu Lunæ a Nodo; minuitur in acceſſu ad Nodum.

§. 359. Angulus enim *b p* L minor eſt angulo A P L, & eadem de cauſa continuo minuitur, & inclinatio major fit; ubi autem Luna ad maximam diſtantiam a plano Eclipticæ pervenit, & ad Nodum oppoſitum accedit, continuo directio motus Lunæ planum Eclipticæ verſus inflectitur, & minus ad hoc inclinatur, quam ſi in orbita motum continuaret: ſit N *n m* planum Eclipticæ, curva N *m* orbita Lunæ; vi, qua Luna continuo ex hac removetur, mutatur Lunæ via, & percurrit curvam N *n*, quæ magis ad N *n m* in N inclinatur, quam in *n*; ita ut plani orbitæ inclinationem bis mutatam concipere debeamus, dum a Nodo ad Nodum movetur Luna: ideoque quater in ſingulis Lunæ revolutionibus, bis minuitur, bis iterum augetur.

§. 360. Poſitis Nodis N, (*Tab.* 3. *Fig.* 17.), *n* in Quadraturis, vires, quæ in unica revolutione augent inclinationem, & hanc minuunt, ſunt æquales inter ſe; nam propter æqualem diſtantiam utriuſque Nodi a Syzygiis, vires inclinationem mutantes in N D & *n* E ſunt æquales viribus in punctis reſpondentibus in D *n* & E N; illis inclinatio augetur, his minuitur: diminutio anguli inclinationis ex primis ſecundarum actione inſtauratur, & hic non mutatur. In motu memorato lineæ Nodorum reſpectu Solis, qui a ſitu parallelo lineæ hujus pendet, Nodus N ad Syzygiam E fertur. Ubi ex. gr. linea Nodorum pervenit ad ſitum M *m*, Luna in receſſu a Nodis tranſit per Quadraturas N, *n*, in quibus vis, quæ inclinationem mutat, nulla eſt, & in quorum vicinia omnium eſt minima: in

acceſſu

accessu autem ad Nodos ubique Luna a Quadraturis distat, & vis major in hanc agit; ideoque integram considerando revolutionem, augmentum anguli inclinationis superat hujus diminutionem; id est, augetur ille angulus, aut quod idem est, minuitur inclinatio; quod ubique obtinet in motu Nodorum a Quadraturis ad Syzygias.

§. 361. Ubi ad Syzygias pervenere Nodi, inclinatio plani orbitæ est omnium minima; nam in motu Nodorum a Syzygiis ad Quadraturas magis ac magis continuo inclinatur orbitæ planum; in hoc enim casu in accessu ad Nodum per Quadraturas transit Luna, in recessu ab his distat a Quadraturis, & in integra Lunæ revolutione vis, quæ inclinationem auget, superat illam, quæ hanc minuit; idcirco augetur inclinatio; & est omnium maxima versantibus Nodis in Quadraturis, ubi terminatur diminutio anguli a plano orbitæ cum plano Eclipticæ effecti.

§. 362. Omnes, quos explicavimus, errores in motu Lunæ paululum majores sunt in conjunctione, quam in oppositione.

§. 363. Determinantur Vires omnes perturbantes, detegendo harum rationem ad augmentum gravitatis in Quadraturis; quare omnes easdem mutationes subeunt cum hoc augmento, id est, sunt inverse, ut cubus distantiæ Solis a Tellure; qua manente, sunt ut distantia Lunæ a Tellure. Omnes vires perturbantes simul considerando, prævalet gravitatis diminutio; quod ex progressu Apsidum immediate sequitur; nam ex hoc patet, plurimis simul consideratis revolutionibus, effectum diminutionis gravitatis superare effectum augmenti.

§. 364. Ergo motu Lunæ generaliter considerato, minuitur gravitas Lunæ in Tellurem accessu Solis; ideoque cum minus a Tellure trahatur, ab hac magis recedit, quam recederet, si talis gravitatis diminutio non daretur; augetur ergo in hoc casu Lunæ distantia, etiam tempus periodicum; & tempus hoc maximum est, ut & distantia Lunæ, ceteris paribus, maxima, versante Tellure in Perihelio, quia omnium minima a Sole distat.

CAPUT XVIII.

De Planetarum Figuris.

§. 365. SI ad Planetarum Figuras attendamus, talibus illos præditos detegimus, quæ ex ipsis, quibus Systema regitur, legibus sequuntur; ordini mirabili, quem ubique observamus, admodum congruum est nullas in Planetas agere vires ad hos destruendos; id est, illam esse Planetæ, sive Primarii, sive Secundarii figuram, quam acquireret, si totus ex materia fluida constaret; quod cum phænomenis congruit.

§. 366. Unde sequitur Planetas omnes Primarios, & Secundarios esse sphæricos; constant enim ex materia, cujus particulæ in se mutuo graves sunt; ex qua mutua attractione figura sphærica generatur, eodem modo ac gutta fit sphærica ex alia partium attractione.

§. 367. Figura hæc sphærica Planetarum ex motu circa Solem, aut Secundariorum circa Primarios, non mutatur: quia singulæ particulæ eodem motu feruntur: motu autem circa axem mutationem figura subit eo majorem, quo motus hic celerior est. Vi enim centrifuga corpora leviora fiunt sub Æquatore; quare altior ubique est Planeta sub Æquatore, quam sub Polis, & acquirit ex motu circa axem figuram Sphæroidis depressi in Polis; altitudo enim continuo minuitur, accedendo ad Polum, quia vis centrifuga minuitur propter imminutam distantiam ab axe.

§. 368. Si demonstrata cum phænomenis conferantur, patebit quare omnia corpora sint sphærica in Systemate nostro; hanc tamen figuram non esse accuratam, & motibus circa axes paululum mutari, licet in plerisque hoc non percipiatur, ex observationibus Jovis & Telluris poterit deduci. Jovis axem breviorem esse diametro Æquatoris observarunt Astronomi; hic licet omnium Planetarum sit maximus, omnium celerrime circa axem rotatur, ideoque differentia hæc observari potest.

§. 369. Quantum sub Æquatore attollatur Tellus, a nobis dererminatur, quamvis hoc forte aliorum Planetarum incolis, si dentur, non magis sit sensibile, quam nobis depressio Polorum Martis, quam non percipimus.

§. 370. Ponamus Tellurem fluidam, memoratam sphæroideam acquiret figuram; si constat ex materia heterogenea, & partes magis densæ sint, recedendo a centro, ad easdem vero distantias ab hoc ubique æque densæ, æquilibrium non dari demonstratur, nisi magis deprimatur sub Polo Tellus, quam si homogenea esset. Si nunc concipiamus partes centrum versus cohærere, non eo situs aliarum mutari potest, neque mutabitur, si in quibusdam locis partes ad superficiem usque cohæreant inter se, ut hoc revera locum habet. Ergo Maris superficies acquisivit figuram ad Polos depressam. Cum vero, parum tantum ubique littora supra Maris superficiem attollantur, continentem Terram eandem sequi figuram cum ipso Mare extra dubium est.

§. 371. Quæ autem ipsam figuram spectant, tantum ex immediatis mensuris, & observationibus, determinari possunt, ex quibus sequentia deducta sunt.

Sit *e* P E (*Tab.* 3. *Fig.* 22.) dimidium sectionis Telluris per Meridianum; C centrum; P polus; E *e* diameter Æquatoris.

Diameter hæc Æquatoris continet Perticas Rhenolandicas 3399474.

Axis Telluris = 3380406.

Ergo Diameter media = 3389940.

Æquator attollitur Perticis 9534.

Inter Axem & Diametrum Æquatoris ratio datur, quæ inter 177, 3. & 178, 3.

§. 372. Superficies Maris necessario ita sese constituit, ut perpendicularis sit ad directionem gravium; & tangens I F, quæ in puncto I cum ipsa hac superficie congruit, planum Horizontis determinat. Perpendicularem autem ad Tangentem, quæ directionem gravium exhibet, ut I B, non ubique ad centrum Telluris tendere posse clarum est. Hæc tamen linea altitudinem Poli determinat; est enim altitudo hæc æqualis angulo, quem I F efficit cum P C, aut I D, quam axi parallelam ponimus, id est, perpendicularem ad *e* E; angulus hic est D I F, cui æqualis I B D.

§. 373. Si ducta ad superficiem in *i* perpendiculari *i b*, angulus *i b* D superet angulum I B D uno gradu, puncta I & *i* uno gradu quoque Latitudine differunt, & arcus I *i* est unius gradus in Meridiano. Si concipiamus integrum arcum P I E ita divisum in nonaginta gradus,

non erunt hi æquales inter se; nam omnis figura ovalis maxime convexa est in extremitatibus axeos majoris, omnium minime in extremitatibus Axeos minoris; unde sequitur concursum linearum I B, *i b*, id est, punctum A, magis a superficie removeri, quo magis I ad Polum accedit; est enim A centrum circuli, qui cum arcu I *i* coincidit, & eo major est radius circuli, quo superficies est minus curva; crescente vero I A, augetur arcus I *i*; augentur ergo gradus accedendo ad Polum, & gradus ad Polum est omnium maximus, & ad Æq uatem omnium minimus.

§. 374. Gradus maximus continet Pert. Rhen. 29833, 4. & minimus est Perticarum 29334, 15 Ergo gradus medius est 29583, 77. pert. Hic vix differt ab eo, cujus puncti medii Latitudo est 45 gr. Inter gradum maximum & minimum datur ratio, quæ habetur inter 59, 75. & 58, 75.; proxime ut 60 ad 59.

§. 375. Gravitas quoque in diversis Latitudinibus differt, minima est sub Æquatore, & maxima sub Polo, gravitatesque hæ sunt inter se ut 201, 5. ad 202, 5.

§. 376. Longitudo Penduli, quod vibrationes singulas in uno minuto secundo peragit Parisiis, exactissime fuit mensurata a Viro Celebri D^no de Mairan, est linearum pedis regii gallici 440, 57. Altitudo Poli est 48 gr. 50'. Cum Pendulo in Laponiam translato ad Latitudinem 66 Gr. 48' observationes fuere institutæ, quibus constitit hoc peregisse vibrationes 86217, 5. eo tempore, quo Parisiis tantum peregit 86158, 4.; unde patuit gravitates in hisce locis esse inter se ut 729, 6 ad 728, 6. Ex hac determinatione gravitates ubique Terrarum conferri possunt; & deprehenduntur inter se ut longitudines Pendulorum æqualibus temporibus vibrationes peragentium.

§. 377. Longitudo Penduli, quod singulis minutis secundis vibrationem peragit, est sub Æquatore 455, 14. lin. pedis Rhen.; Parisiis 456, 42. Lin. ejusdem pedis; ad Latitudinem 66 gr. 48' in vico Laponiæ Pello 457, 08. lin. earundem: & tandem sub Polo lin. 457, 40.

§. 378. Si corpora libere cadant, spatium in 1'' percursum detegitur in quatuor indicatis locis, si utamur mensura Rhenol., pedum 15, 597; 15, 641; 15, 663; 15, 674. Gravitate media, quæ æqualiter cum maxima & minima differt, corpus cadendo percurrit in 1'' Pedes 15, 636.

CAPUT XIX.

Motus Axeos Telluris Explicatio Physica.

§. 379. LUnæ Nodos regredi, id eſt, in antecedentia moveri, & orbitæ inclinationem mutationibus eſſe obnoxiam, demonſtravimus. Concipiamus varias dari Lunas, ad eandem diſtantiam, æqualibus temporibus circa tellurem revolutas, in plano ad planum Eclipticæ inclinato; ſingulas iiſdem motibus agitari clarum eſt: concipiamus numerum Lunarum augeri, ita ut ſeſe mutuo tangant, & annulum, cujus partes cohærent, efficiant; dum annuli pars una trahitur, ut inclinationem augeat, pars altera motu contrario agitatur, ad inclinationem minuendam; vis major in hoc caſu prævalet, id eſt, in motu Lineæ Nodorum a Quadraturis ad Syzygias annuli inclinatio minuitur in ſingulis hujus revolutionibus; & eſt omnium minima, verſante Linea Nodorum in Syzygiis. Contra, augetur inclinatio, dum linea Nodorum ex Syzygiis ad Quadraturas transfertur; & eſt omnium maxima, poſita linea Nodorum in his. Linea Nodorum continuo in antecedentia transfertur, niſi in Syzygiis ubi quieſcit. Si quantitas materiæ in annulo minuatur, non mutantur hujus motus; quia a gravitate pendent, quæ æqualiter in ſingulas materiæ particulas agit. Si annuli diameter minuatur, in ratione hujus diminutionis minuuntur motus, ſed nullus evaneſcit, & iiſdem motibus, ſed minoribus, agitatur annulus.

§. 380. Concipiamus nunc Tellurem ſphæricam; & in plano Æquatoris cum plano Eclipticæ efficiente angulum 23. gr. 29 annulum dari, in eodem tempore cum Tellure revolutum; minuatur hic ita, ut Tellurem tangat, & cum hac cohæreat; hiſce annuli motus memorati non tolluntur; nam cum Tellus nulla vi in determinato ſitu retineatur, cedit impreſſionibus annuli; cujus agitationes tamen minuuntur ex aucta materia movenda, dum vis motrix eadem manet. Caſus hic revera exſtat, nam Telluris Figura eſt ſphærica, annulo in Æquatore circumdata; nam hujus diameter axem ſuperat. Hujus annuli linea Nodorum eſt ſectio plani Æquatoris & Eclipticæ. Unde ſequentes deducimus concluſiones.

§. 381. In Æquinoctiis inclinatio Æquatoris eſt omnium

minima; ideoque axeos inclinatio omnium maxima; nam hic cum plano Æquatoris angulum rectum efficit. Postea augetur inclinatio Æquatoris, id est, minuitur axeos inclinatio, donec Sol in Solstitiis detur, ubi hæc est omnium minima, illa omnium maxima. Idcirco bis in anno minuitur Telluris axeos inclinatio, bis instauratur. Et sectio plani Æquatoris cum plano Eclipticæ, quæ in Æquinoctiis quiescit, per reliquum tempus in antecedentia movetur.

§. 382. Ad planum Orbitæ Lunaris etiam inclinatur planum Æquatoris; nam exiguum angulum illud cum plano Eclipticæ efficit: ideo eodem modo in annulum agit Luna, quam Sol; & licet illa minor sit, quia Sole multo minus distat, in annulum majorem exserit actionem. Quare etiam ex actione Lunæ bis in singulis hujus revolutionibus mutatur, & bis instauratur axeos Telluris inclinatio ad Planum orbitæ Lunæ; ideoque ad planum Eclipticæ, & in antecedentia fertur sectio plani Æquatoris cum plano orbitæ; ex quo motu translatio sectionis illius plani cum plano Eclipticæ necessario sequitur.

§. 383. Mutationes inclinationis axeos nimium sunt exiguæ, ut observentur: translatio autem lineæ Æquinoctiorum, & motus axeos, qui ex hac sequitur, cum semper eandem partem versus dirigantur, tandem sensibiles sunt; & ex his Phænomena antea explicata sequuntur.

CAPUT XX.

De Æstu Maris.

§. 384. CUM Maris Æstus ab actionibus ante memoratis Solis & Lunæ pendeat, non in hisce prætermitti debet. Ut autem Æstum hunc ex principiis traditis explicemus, in memoriam revocare debemus, Tellurem, ut & etiam omnia corpora in hujus superficie, in Lunam gravitare; ideo particulæ aqueæ in hac superficie, quæ ad centrum Telluris, aut ad hujus viciniam tendunt, Lunam versus quoque feruntur. Cum etiam solida Telluris massa ad Lunam feratur, juxta leges, quæ locum haberent, si omnis Materia, ex qua constat, in centro coacta daretur; poterunt demonstrata *in Capite* XVI. de actione Solis in Lunam, Tellurem versus cadentem, dum cum hac Solem petit, applicari ad actionem Lunæ in particulas

las aqueas in Telluris superficie cum Telluris massa non cohærentes, sed hujus centrum versus tendentes, & cum hujus massa etiam Lunam versus continuo cadentes; qua vi, ut vidimus, Tellus retinetur in Orbita circa commune gravitatis centrum hujus & Lunæ.

§. 385. Sit S (*Tab.* 3. *Fig.* 14.) Luna; A *i* B *l* Superficies Telluris, cujus massa ad Lunam tendit, quasi tota in T esset coacta; ex actione Lunæ particulæ A & B aqueæ versus T majorem acquirunt gravitatem; contra particulæ in *i*, *l*, ex gravitate amittunt. Unde deducimus, si tota Tellus aqua obtegatur, æquilibrium non dari, nisi magis attollatur aqua in punctis *i* & *l*, quam in toto circulo ab his punctis 90 Gr. distanti; & ideo per puncta A & B transeunti. Idcirco actione Lunæ, aqua adipiscitur figuram Sphæroidis, formatam ex revolutione Ovalis circa axem majorem, qui continuatus per Lunam transiret.

§. 386. Ponamus Lunam in Æquatore; omnes sectiones Telluris parallelæ ad Æquatorem, cum etiam Sphæroidis axi parallelæ sint, sunt ovales, quarum axes majores per Lunæ Meridianum transeunt; unde sequitur, Tellure quiescente, in circulo quocunque Latitudinis, aquam magis attolli in Meridiano, in quo linea datur, & in Meridiano opposito, quam in locis intermediis.

DEFINITIO.

§. 387. *Dies lunaris est tempus lapsum inter recessum Lunæ a Meridiano & accessum sequentem ad eundem.* Dies hæc in viginti quatuor horas lunares dividitur. Superat diem naturalem 50 minutis.

§. 388. Ex motu Telluris circa axem, singulis diebus lunaribus loca singula per Meridianum Lunæ & Meridianum oppositum transeunt, id est, bis ibi transeunt, ubi aqua ex actione Lunæ attollitur, & bis ubi ex eadem actione deprimitur; & sic in die lunari Mare bis attollitur, bis deprimitur, in loco quocunque.

§. 389. Ex motu Telluris circa axem continuo aqua elata a Meridiano Lunæ recedit; actione tamen Lunæ Sphæroidis axis per Lunam transit; ideo agitatur continuo aqua ut accummulatio, quæ motu Telluris removetur, infra Lunam instauretur. Ideo ab A & B continuo *i* & *l* versus

fluit

fluit aqua, dum illa, quæ ita ſub Luna accumulatur, motu Telluris continuo ab *i* verſus B, & ab *l* verſus A fertur; id eſt, inter *i* & B, ut & inter *l* & A dantur duo motus contrarii, quibus aqua accumulatur; ita ut omnium maxime inter hæc puncta attollatur. Id eſt, in locis quibuſcunque aqua maxime eſt elata duabus aut tribus horis poſtquam Luna per Meridianum loci, aut Meridianum oppoſitum tranſivit.

§. 390. Adſcenſus aquarum ad partem Lunæ paululum excedit oppoſitum. Minuitur adſcenſus hic acceſſu ad Polum, in quo nulla aquarum agitatio datur.

§. 391. Quæ de Luna demonſtrata ſunt, ad Solem applicari poſſunt; ideo ex actione Solis ſingulis diebus naturalibus bis attollitur Mare, bis deprimitur. Agitatio hæc multo minor eſt propter Solis immenſam diſtantiam, quam quæ a Luna pendet: iiſdem tamen legibus ſubjicitur.

§. 392. Non diſtinguuntur motus ab actione Lunæ & Solis pendentes, ſed confunduntur, & ex hujus actione tantum mutatur Maris fluxus lunaris: quæ mutatio ſingulis diebus variat, propter inæqualitatem inter diem naturalem & diem lunarem.

§. 393. In Syzygiis ex amborum Luminarium actionibus concurrentibus attollitur aqua, & ideo magis attollitur. Minus adſcendit Mare in Quadraturis; nam ubi aqua Lunæ actione attollitur, ibi deprimitur ex actione Solis, & vice verſa. Idcirco dum a Syzygia ad Quadraturam tranſit, adſcenſus quotidiani de die in diem minuuntur: augentur contra in motu Lunæ a Quadratura ad Syzygiam. In Novilunio etiam, ceteris paribus, agitationes majores ſunt, & quæ in eodem die ſeſe mutuo ſequuntur, magis differunt, quam in Plenilunio.

§. 394. Adſcenſus maximi & minimi non obſervantur, niſi ſecunda, aut tertia die poſt Novilunium, aut Plenilunium, quia Motus acquiſitus non ſtatim ex attritu, & aliis cauſis deſtruitur; quo motu acquiſito adſcenſus aquarum augetur, licet minuatur actio, qua Mare attollitur: ſimile quid circa calorem alibi demonſtravimus.

§. 395. Si nunc Luminaria ex Æquatoris plano recedentia conſideremus, videbimus agitationem minui, & minorem dari pro majori Luminarium declinatione. Quod clare patet, ſi hæc in Polis concipiamus; tunc enim axi figuræ Sphæroidis cum axe Telluris coincidit; & omnes

ſe-

sectiones ad Æquatorem parallelæ ad axem Sphæroidis sunt perpendiculares; ideoque circulares. Ita ut aqua in singulis circulis Latitudinis, ubique eandem habeat altitudinem, quæ motu Telluris non mutatur in locis peculiaribus. Si ex Polo recedant Luminaria, agitationem continuo magis ac magis augeri facile videmus, donec omnium sit maxima, revoluta Sphæroide circa lineam ad axem suum perpendicularem, posito Sphæroidis axe in plano Æquatoris.

§. 396. Hinc liquet, quare in Syzygiis prope Æquinoctia, Æstus omnium maximi observentur, ambobus Luminaribus in Æquatore aut prope hunc versantibus.

§. 397. Actiones Lunæ & Solis eo majores sunt, quo minus hæc corpora a Tellure distant; cum autem minor Solis distantia detur, hoc versante in signis australibus, sæpe ambo Æstus maximi Æquinoctiales in illo situ Solis observantur; id est, ante Æquinoctium Vernum, & post Autumnale; quod tamen non singulis annis obtinet; quia ex situ Orbitæ Lunaris, & distantia Syzygiæ ab Æquinoctio variatio dari potest.

§. 398. In Locis ab Æquatore distantibus, recessu Luminarium ab Æquatore inæquales fiunt ejusdem diei agitationes. Sit P P Telluris axis; E E (*Tab.* 3. *Fig.* 14.) Æquator, L I circulus Latitudinis; A B axis Sphæroidis figuræ, quam acquirit aqua. Quando locus datur in L aut I, datur in eodem Meridiano cum axe Sphæroidis, & aqua est maxime elata in utroque casu: in L tamen magis quam in I; nam C L superat C I, quæ lineæ altitudines aquarum, id est, distantias a centro, mensurant: æquales hæ forent, si A L & B I, distantiæ ab Axe Sphæroidis forent æquales, minor autem est C I, quia B I superat A L, quod ex inclinatione axeos Sphæroidis ad Æquatorem oritur.

§. 399. Quamdiu Luna ad eandem partem Æquatoris cum loco datur, id est, ad partem lineæ C A continuatæ, aqua maxime singulis diebus attollitur post transitum Lunæ per Meridianum loci; hoc enim contingit, ubi locus pervenit ad L; si autem Æquator separet Lunam & locum, de quo agitur, id est, si detur illa ad partem lineæ C B continuatæ, aqua iterum in L ad maximam pertingit altitudinem, & singulis diebus hoc obtinet post transitum Lunæ per Meridianum.

§. 400.

§. 400. Omnia, quæ huc usque fuere exposita, exactissime obtinerent, si tota Telluris superficies Mari obtegeretur; cum autem non ubique Mare detur, mutationes inde oriuntur, non quidem in Mari aperto, quia satis extenditur Oceanus; ut memoratis motibus subjiciatur. Sed situs littorum, freta, multaque alia a peculiari locorum situ pendentia generales regulas turbant. Generalioribus tamen observationibus constat Æstum leges explicatas sequi.

§. 401. Superest, ut ipsas vires, quibus Sol & Luna Mare agitant, determinemus: ut pateat has valere ad memoratos edendos effectus, & illorum corporum actiones in pendula & cetera corpora sensibiles non esse.

Augmentum gravitatis Lunæ in Quadraturis ex actione Solis est ad ipsam Lunæ gravitatem in Tellurem, ut vidimus, quemadmodum 1 ad 178, 73.: in qua computatione posuimus Lunæ distantiam mediam a centro Telluris esse 60. semid. Telluris: gravitas ergo Lunæ est ad gravitatem in Telluris superficie, ut 1 ad 60x60 = 3600. Et idcirco augmentum memoratum ad gravitatem in Telluris superficie, ut 1 ad 643428, in qua computatione error datur corrigendus.

§. 402. Exacta foret computatio hæc, si augmentum, de quo agitur, esset ad vim, qua Tellus Solem versus descendit, ut distantia Lunæ 60. semid. Telluris ad distantiam Telluris a Sole; sed est ut vera media Lunæ distantia $60\frac{1}{2}$. sem. Telluris ad distantiam Telluris a Sole. Quare augmentum determinatum parte $\frac{1}{120}$ augeri debet, & se habebit ad vim gravitatis in superficie Telluris, ut $1\frac{1}{120}$ ad 643428, aut ut 1 ad 638110.

§. 403. Augmentum hoc gravitatis Lunæ in Quadraturis ex actione Solis est ad augmentum gravitatis aquæ in superficie Telluris in locis a Sole 90 gr. distantibus, ex eadem Solis actione, ut $60\frac{1}{2}$ ad 1; ideo augmentum hoc gravitatis ad ipsam aquæ gravitatem, ut 1 ad 38605679. Diminutio gravitatis sub Sole, & in loco opposito, est dupla hujus augmenti, ideo est ad gravitatem, ut 1 ad 19302839, & tota mutatio in gravitate, ex actione Solis, est ad ipsam gravitatem, ut 1 ad 12868560.

§. 404. Ut actionem Lunæ cum actione Solis comparemus,

mus, experimenta sunt instituenda in locis, in quibus propter angustias Mare sensibiliter attollitur. Prope Bristoliam tempore Autumnali & Verno, in quo agitatio Maris est maxima, adscendit aqua in Syzygiis plus minus pedibus 45; in Quadraturis pedibus plus minus 25, qui numeri sunt intes se, ut 9 ad 4.

Facillima foret determinatio virium, quas quærimus; si agitationes maximæ & minimæ exactæ in Syzygiis darentur, quod non obtinere antea vidimus.

Distantia autem Lunæ a Syzygia, aut a Quadratura, non semper est eadem in maximo aut minimo aquarum adscensu; nam variat hæc distantia, quia Luna nunc magis, nunc minus a Meridiano distat, quando per Syzygiam aut Quadraturam ipsa transit. Distantia media Lunæ a Syzygia, aut Quadratura, ad quam observationes memoratæ referri debent, est circiter 18 Gr. 30', ita ut tota Solis actio, neque cum Lunæ actione conspiret in Syzygiis, neque contrarie agat in Quadraturis. Etiam in tali casu si in Syzygia ambo Luminaria in Æquatore fuerint, in memorata distantia a Quadratura, declinatio Lunæ est plus minus 22 gr. 13'; quo minuitur Lunæ vis ad Mare movendum. Ulterius, ceteris paribus, distantia Lunæ a Tellure in Syzygiis minor est, quam in Quadraturis; unde etiam actio Lunæ in Quadraturis minuitur: ad quæ omnia attendendo detegitur vim mediocrem Solis ad Mare movendum se habere ad vim mediocrem Lunæ ad idem agitandum, ut 1 ad 4, ^{4815}. Sed vis Solis est ad vim gravitatis, ut 1 ad 12868560; quare vis Lunæ est ad eandem vim gravitatis, ut 1 ad 2871485. Ex quibus sequitur vires has Lunæ & Solis nimium esse exiguas, ut in pendulis & aliis experimentis sint sensibiles; has autem ipsas valere ad Mare agitandum facile probatur.

§. 405. Minuendo gravitatem in superficie Telluris parte $\frac{1}{290}$ Mare attollitur pertic. Rhenoland. 9534, id est, pedibus Rhenanis 114408; perticæ enim singulæ continent pedes duodecim: unde detegitur ope regulæ proportionum Solis actionem mutare Maris altitudinem fere pedibus duobus; & hanc ex Lunæ actione mutari pedibus 8, ^{74}; & ex ambabus actionibus conjunctis agitatio mediocris est circiter decem pedum, quod cum observationibus satis congruit; nam in Oceano aperto, prout Mare magis

aut

aut minus patet, attollitur aqua ad altitudinem ſex, novem, duodecim, vel quindecim pedum; & etiam differentia datur pro diverſa profunditate aquarum. Ubi vero magna vi Mare freta intrat, impetus non frangitur, niſi majori adſcenſu; & Mare multo magis attollitur.

C A P. XXI.

De Lunæ Denſitate & Figura.

§. 406. VIres Solis & Lunæ ad Mare movendum ſunt inter ſe in ratione compoſita ex ratione quantitatum materiæ in his corporibus, (ſingulæ enim particulæ agunt), & ratione inverſa cuborum diſtantiarum Solis & Lunæ a Tellure. Quantitates materiæ ſunt in ratione compoſita ex ratione voluminum, id eſt, cuborum diametrorum, & ratione denſitatum; quare vires memoratæ ſunt directe, ut denſitates & cubi diametrorum, & inverſe ut cubi diſtantiarum. Agitur hic de denſitatibus mediis, quales pro diverſis Planetis ſupra determinavimus.

§. 407. Diametri apparentes corporum, id eſt, anguli ſub quibus videntur, creſcunt ut ipſæ diametri, & minuuntur ut diſtantiæ; id eſt, ſunt directe ut diametri, & inverſe ut diſtantiæ; idcirco ratio compoſita ex ratione cuborum diametrorum apparentium Solis & Lunæ, & ex ratione denſitatum, erit ratio Virium, quibus hæc corpora Mare movent. Ideoque horum corporum denſitates ſunt directe ut vires, quibus Mare movent, & inverſe ut cubi diametrorum apparentium: & dividendo vires per cubos harum diametrorum, datur ratio denſitatum.

§. 408. Vis Solis eſt ad vim Lunæ, ut 1 ad 4, 4815; media diameter apparens Solis eſt 32′, 12″, & media Lunæ diameter apparens eſt 31′, 16 $\frac{1''}{2}$, id eſt, ſunt inter ſe ut 3864 ad 3753. Eſt igitur denſitas Solis ad Lunæ denſitatem, ut 10000 ad 48911: quæ Lunæ denſitas cum Jovis, Saturni, & Telluris denſitatibus poteſt conferri, eſtque Luna Tellure denſior.

Quantitates materiæ in duobus corporibus ſunt inter ſe in ratione compoſita denſitatum & voluminum; id eſt, ſi de Sphæris agatur, in ratione compoſita denſitatum & cuborum diametrorum.

§. 409. I

§. 409. Lunæ & Telluris densitates sunt inter se, ut 8911 ad 39539, diametri ut 20 ad 73; ideo quantitates materiæ in his corporibus, ut 1 ad 39, 31. Licet densitates detegantur, positis corporibus homogeneis, quantitates materiæ recte definiuntur, quamvis corpora homogenea non sint; nam illam determinamus densitatem, quam corpus haberet, si materia, ex qua corpus revera constat, per hoc æqualiter dispergeretur.

§. 410. Gravitates in superficiebus Telluris & Lunæ determinantur, multiplicando densitates per diametros, id est sunt inter se, fere ut 3 ad 1, aut ut 431 ad 146, qui numerus etiam exprimit relationem gravitatis in superficie Lunæ cum gravitate in superficiebus Solis, Jovis, & Saturni.

§. 411. Centrum commune gravitatis Lunæ & Telluris, circa quod ambo corpora moventur, determinatur; nam hujus a Telluris centro distantia est ad distantiam inter centra amborum corporum, ut quantitas materiæ in Luna ad quantitatem materiæ in ambobus corporibus, itaque 40, 31 ad 1, ut Lunæ distantia a Tellure ad distantiam quæsitam centri gravitatis a centro Telluris, quæ detegitur 2543927. *Perticarum*, ut ex notis Telluris diametro, & Lunæ distantia deducitur.

§. 412. Ut Lunæ figuram determinemus, examinanda est figura, quam si fluida foret, acquireret. Si Lunam solam consideremus quiescentem, sphærica erit. Si actionem Telluris in Lunam consideremus, acquireret Luna figuram Sphæroidis, cujus axis per Tellurem transiret. Vis Telluris ad Lunæ figuram mutandam est ad vim Lunæ in Tellurem, ut 39, 31 ad 1, & ut diameter Lunæ ad Telluris diametrum, quæ sunt inter se, ut 20 ad 73. estque ratio composita ex his 10, 77 ad 1. Hæc vis Lunæ est ad gravitatem in superficie Telluris, ut 1 ad 2871485; quæ gravitas in Telluris superficie est ad gravitatem in superficie Lunæ, ut 431 ad 146, aut ut 2871485 ad 973166; quare actio Telluris ad mutandam Lunæ figuram ad gravitatem in superficie Lunæ, ut 10, 77 ad 97366, aut ut 1 ad 90359. Mutata gravitate in Telluris superficie parte $\frac{1}{2871485}$ aqua attollitur pedibus 8; ideo si gravitas parte $\frac{1}{90359}$ mutaretur, elevatio foret pedum 254, ut regula aurea detegitur: si servata hac diminutione gra-

gravitatis, de corpore minori agatur, minuenda eſt hæc altitudo in ratione diametri; ideo ex actione Telluris altitudo hæc in Luna eſt circiter pedum 70: & æquilibrium non dabitur, ſi Luna ſit homogenea, niſi axis Sphæroidis ſuperat diametrum ad hunc perpendicularem pedibus 140.

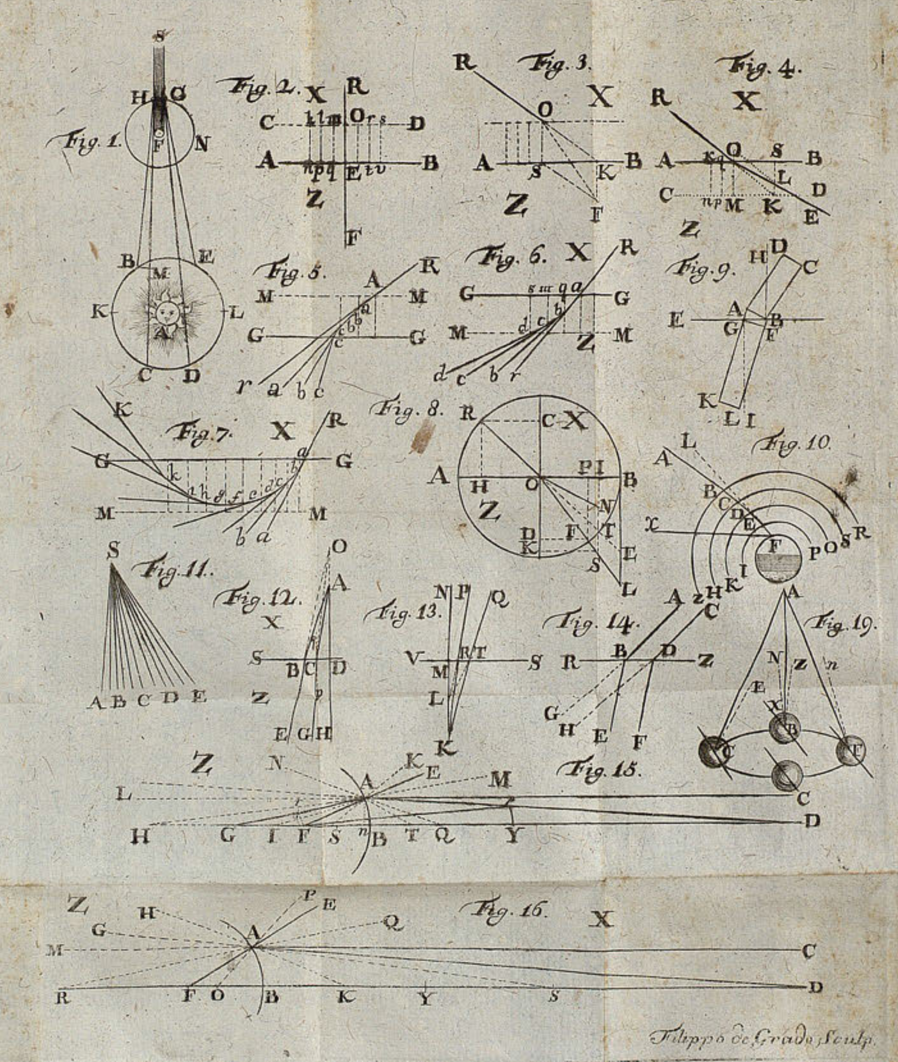
§. 413. Unica proportione detegitur, ex nota altitudine Maris ex Lunæ actione, altitudo in Luna ex Telluris actione; nam ſunt hæ in ratione duplicata inverſa gravitatum in ſuperficiebus illorum corporum; cujus regulæ hæc eſt demonſtratio.

§. 414. Si vires æquales in hæc corpora agerent, hæc ſimiles acquirerent figuras; quia vires eodem modo in ſingulas particulas agunt. Adſcenſus ergo eſſent inter ſe ut diametri.

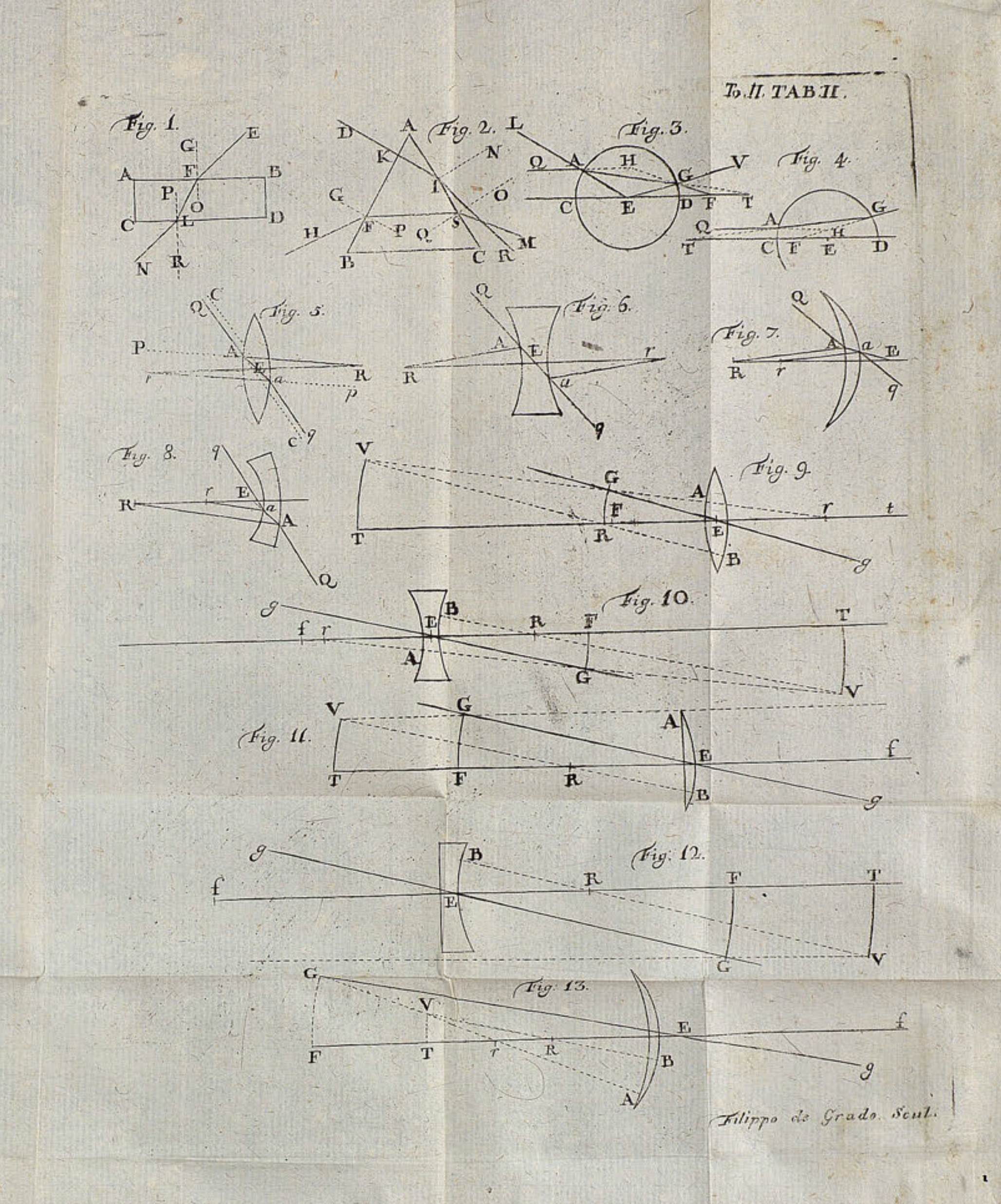
Adſcenſus hi ſunt quoque ut ipſæ vires, quæ ſunt ut quantitates materiæ in corporibus agentibus, & ut diametri corporum, quorum figuræ mutantur. Conjunctis omnibus rationibus aquarum adſcenſus in Luna & Tellure ſunt in ratione duplicata directa diametrorum horum corporum, & inverſa quantitatum materiæ in ipſis, id eſt, in ratione inverſa gravitatum in ſuperficiebus. Cui rationi hæc eadem ratio iterum addenda eſt, ita ut duplicata fiat; quia adſcenſus ſunt quoque inverſe ut gravitates agentes in particulas, quæ attolluntur.

§. 415. Si poſita, quam nunc determinavimus, lunæ figura, partes cohærere concipiamus, æquilibrium inter Lunæ partes non dabitur, niſi axis Sphæroidis ad Tellurem dirigatur; unde videmus, quare Luna eandem faciem ſemper Telluri obvertat: nam continua agitatione, qua Sphæroidis axis ad Tellurem dirigitur, Luna tandem acquiſivit motum circa alium axem, de quo motu antea egimus: qui motus eodem tempore peragitur, in quo Luna circa Tellurem revolvitur; quod ex actione memorata ſequitur; ſi enim major foret celeritas, vi, qua eadem facies ad Tellurem ſemper dirigitur, continuo illa retardaretur; acceleraretur continuo, ſi minor foret. Vis tamen hæc ſatis magna eſt, ut in ſingulis revolutionibus æquabilitatem motus acquiſiti circa axem ſenſibiliter turbet: ideo motus circa axem æquabilis eſt, licet motu inæquali in orbita moveatur Luna. Situs etiam axis Lunæ non vi memorata ita poteſt mutari, ut ad planum orbitæ, dum hujus inclinatio mutatur, ſemper perpendicularis ſit, idcirco ad planum orbitæ paululo inclinatur axis Lunæ, ut antea vidimus.

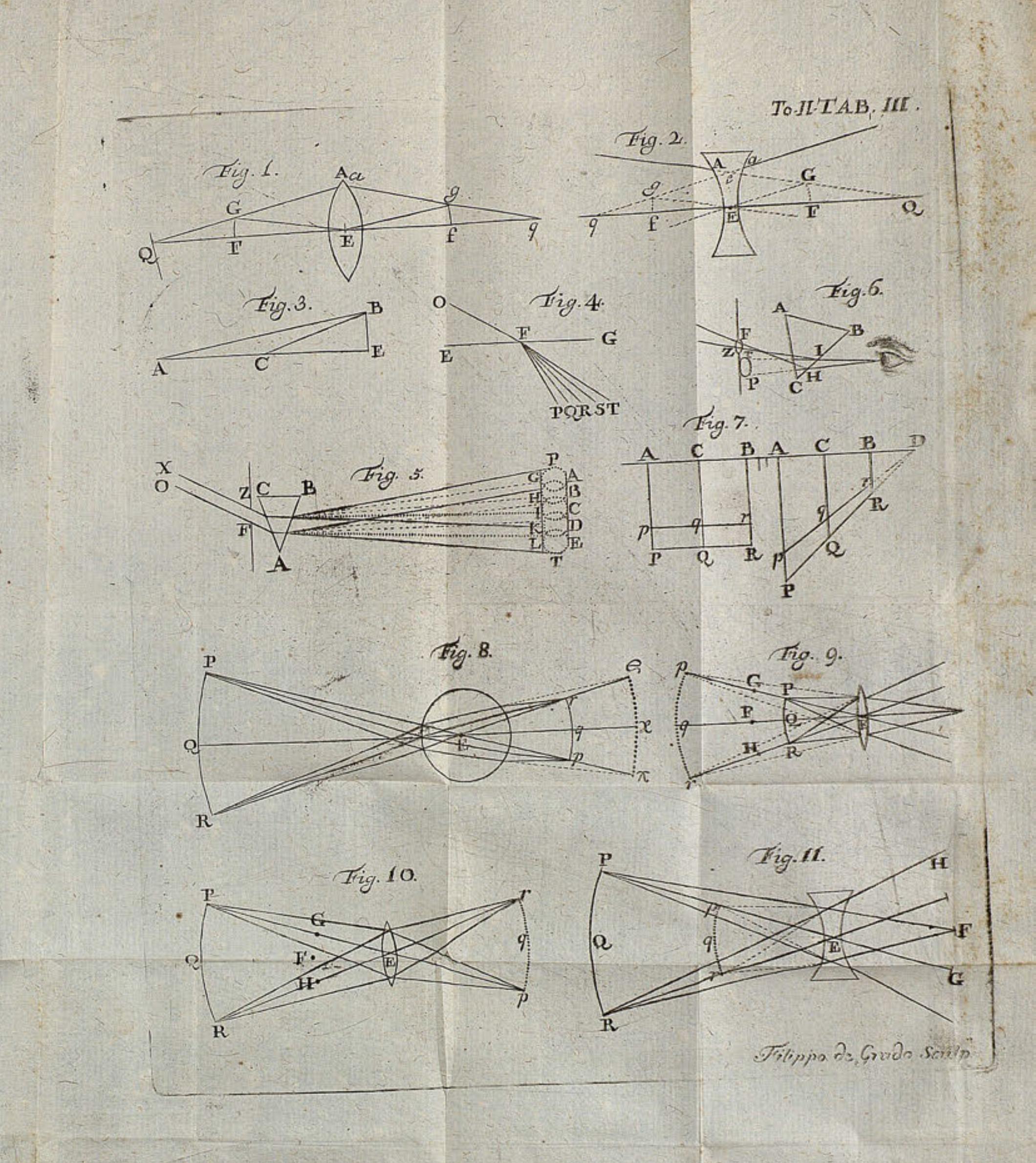
F I N I S.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 19.
Filippo de Grado Sculp.



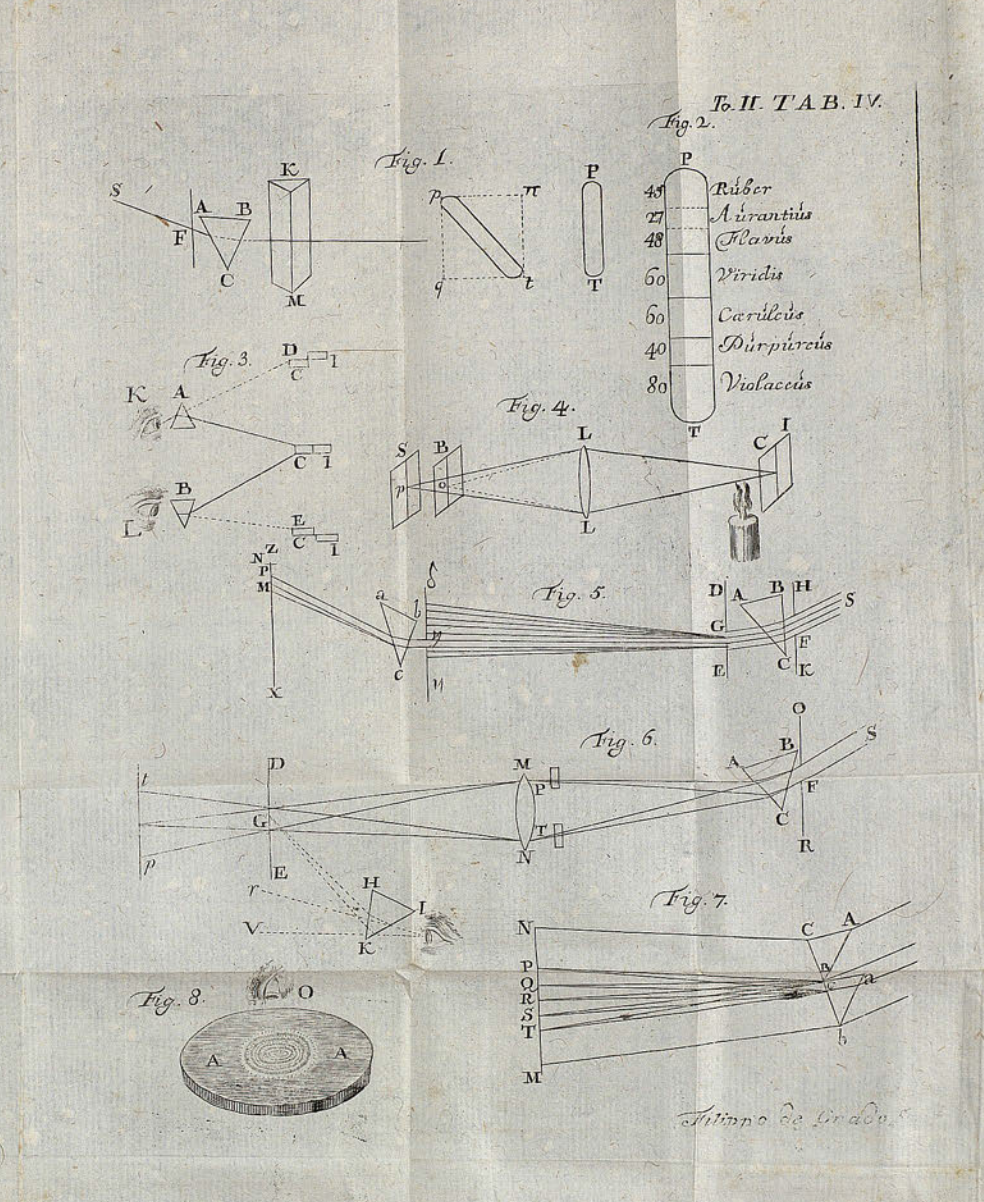

To. II. TAB. II.
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Filippo de Grado Scul.


BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
SEVILLA



To. II. TAB. III.
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Filippo de Grado Sculp.




To. II. TAB. IV.
Fig. 1.
Fig. 2.
45 Ruber
27 Aurantius
48 Flavus
60 Viridis
60 Caeruleus
40 Purpureus
80 Violaceus
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Filippo de Grado



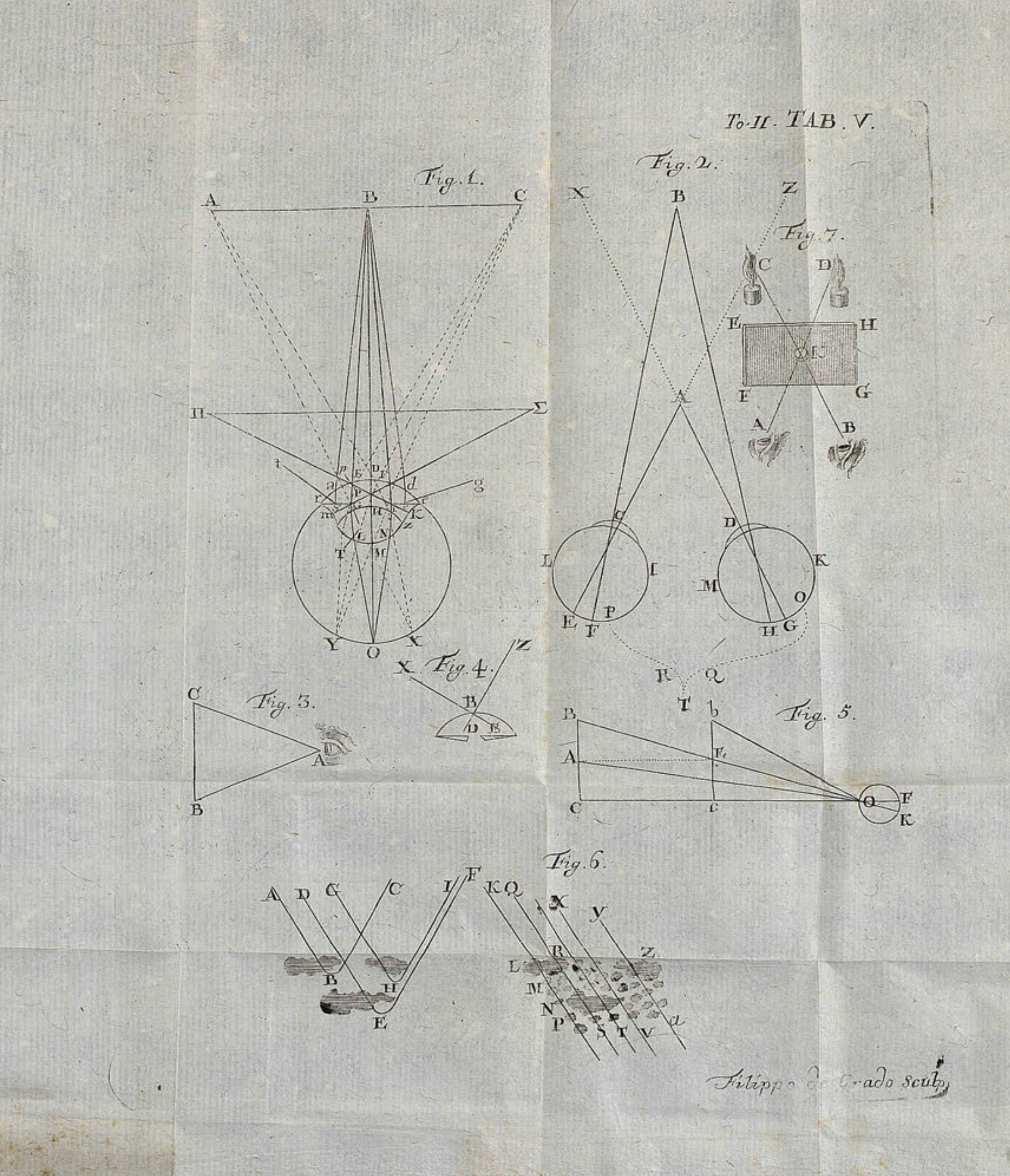

Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Filippo de Grado scul.



Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

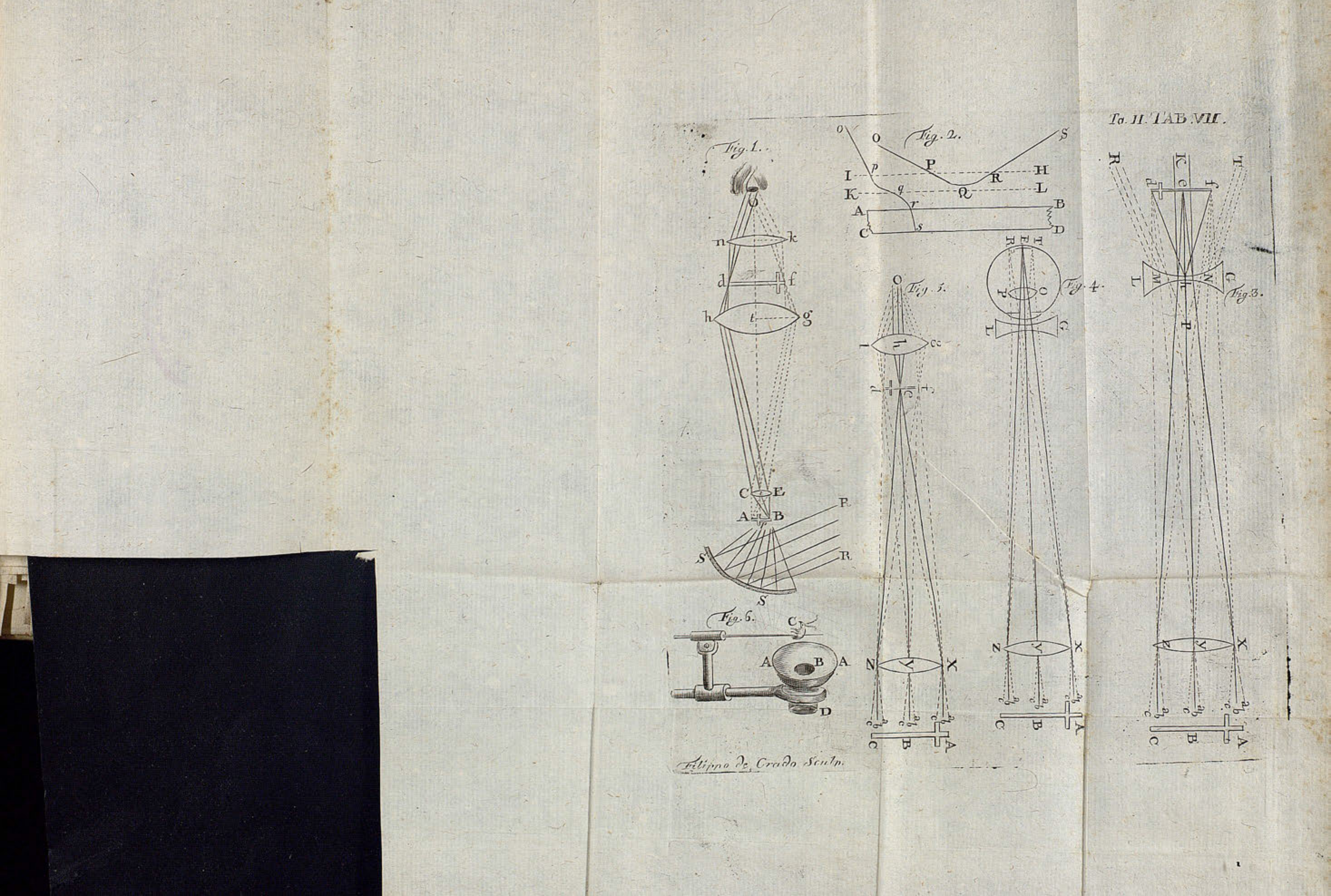
Fig. 10.

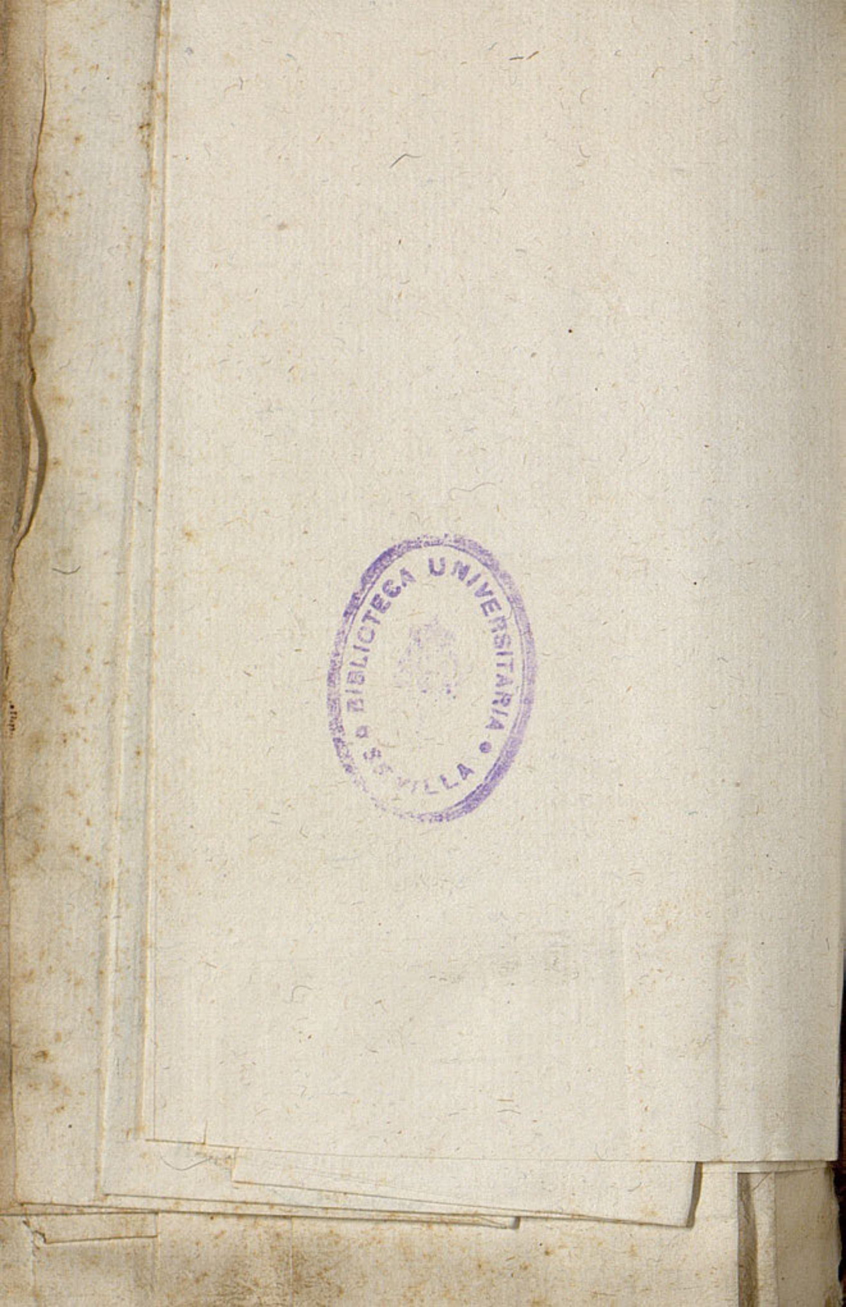
Fig. 11.

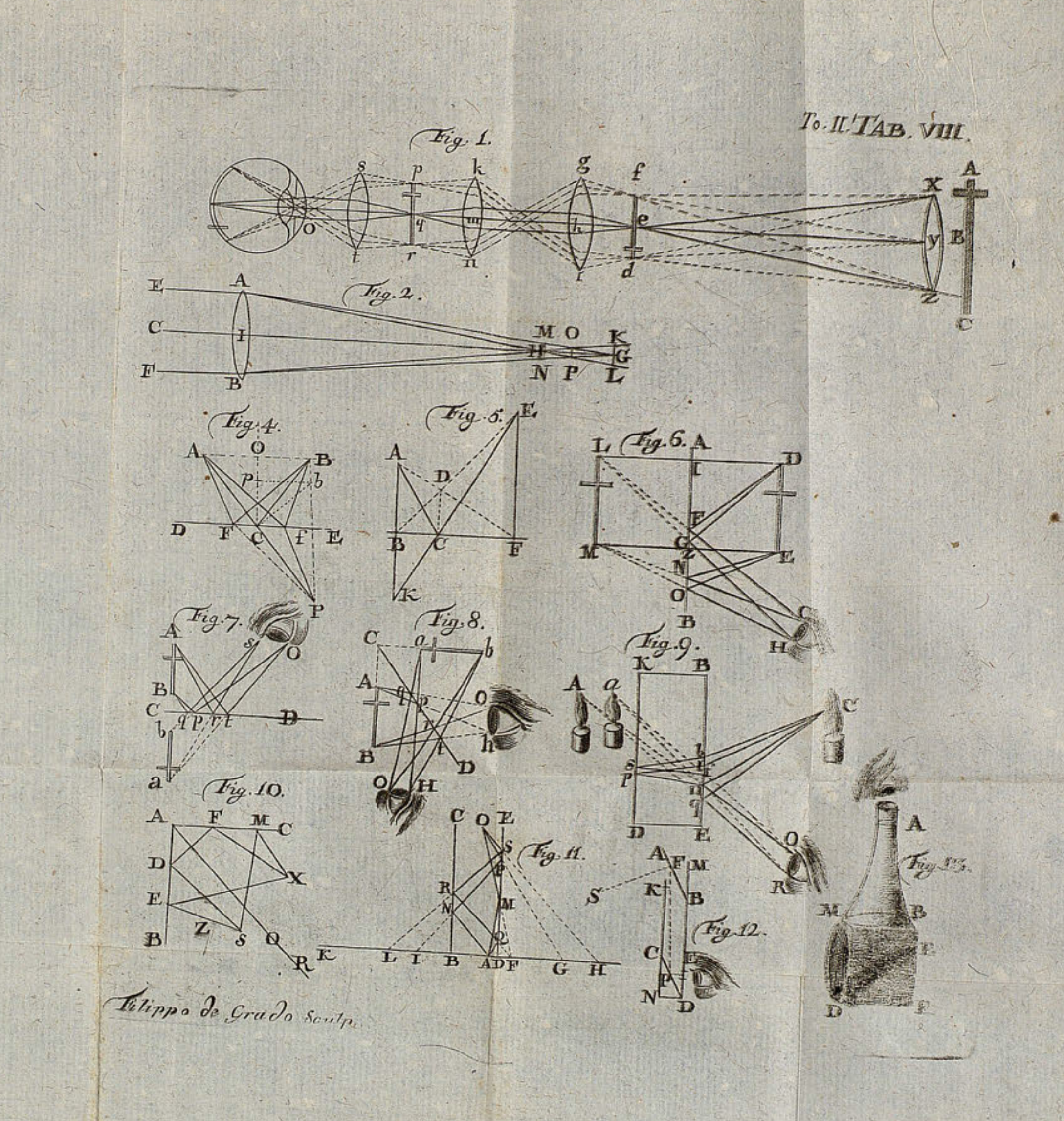
Fig. 12.

Filippo de Grado Scul.

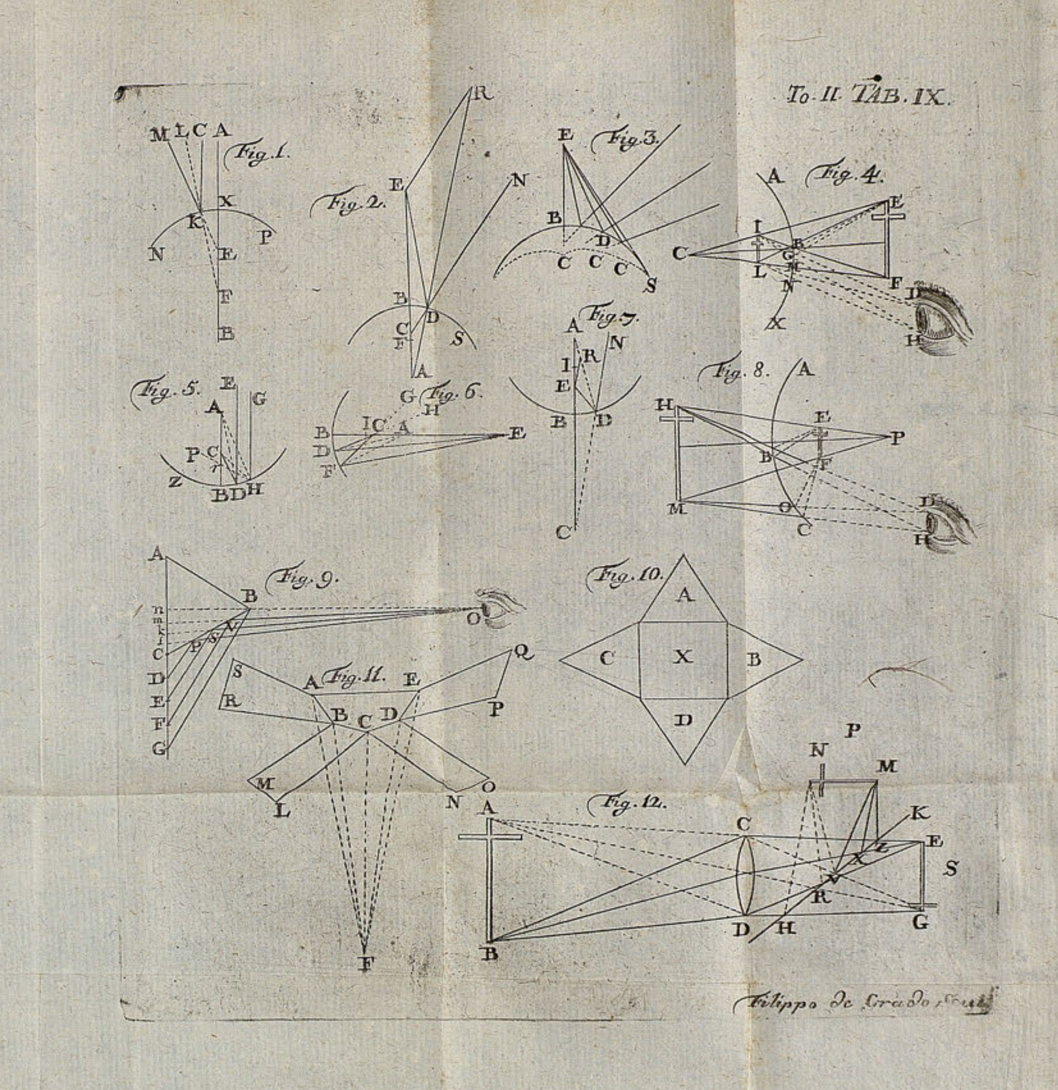



Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Filippo de Grado Sculp.

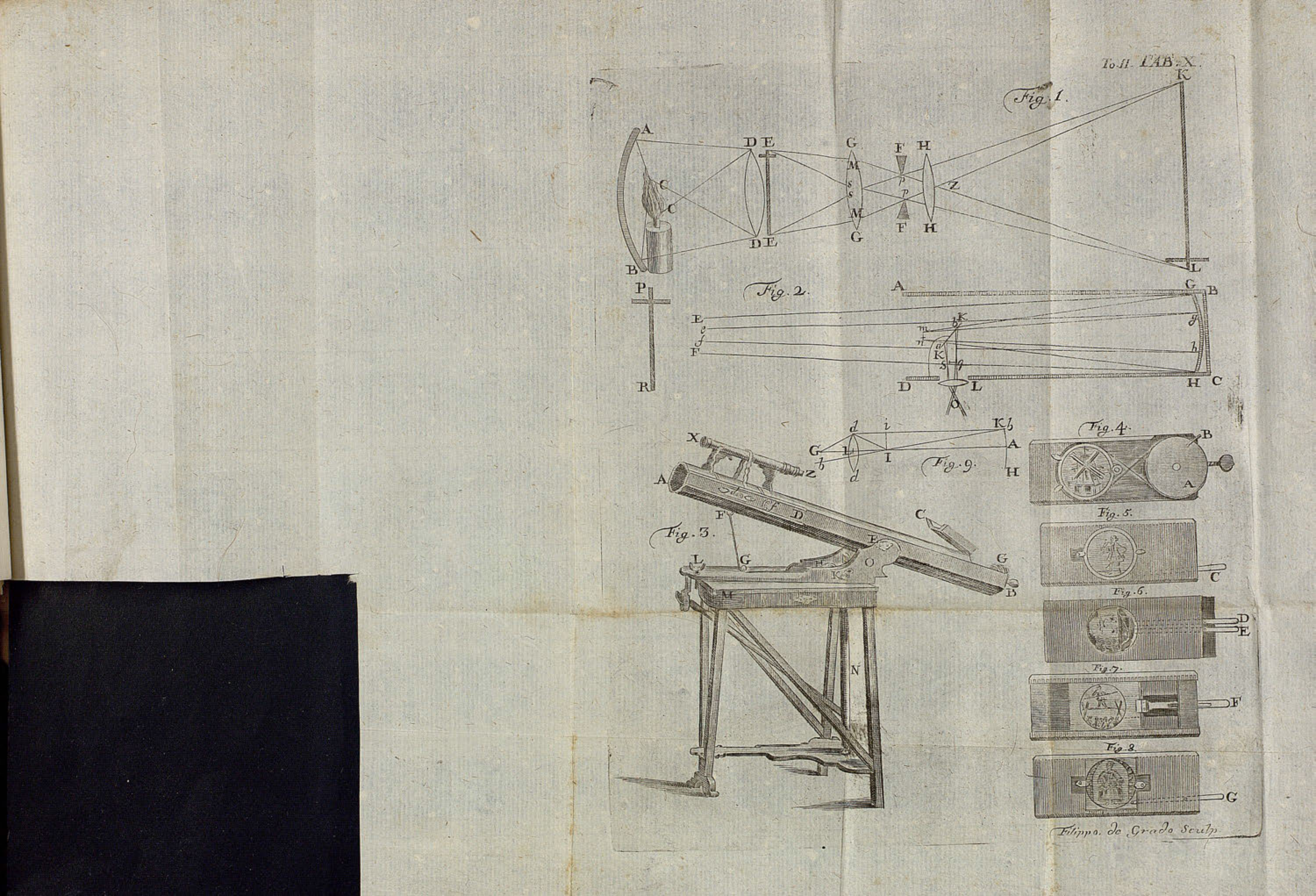

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
SEVILLA


To. II. TAB. VIII.
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Filippo de Grado Sculp.

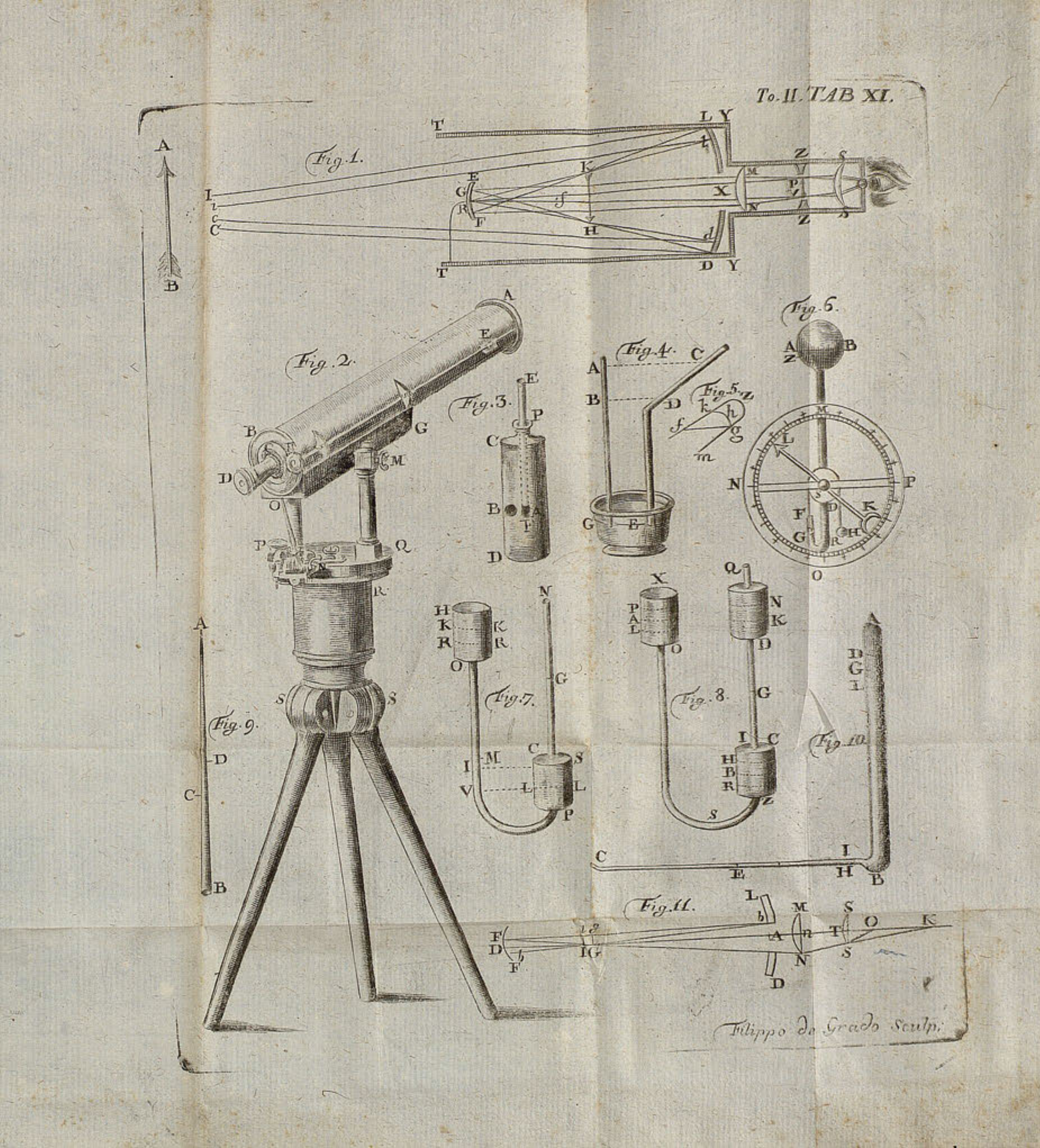



Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Filippo de Grado


UNIVERSITARIA
SEVILLA


To. II. TAB. X.
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Filippo. de Grado Sculp




Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Filippo de Grado Sculp.



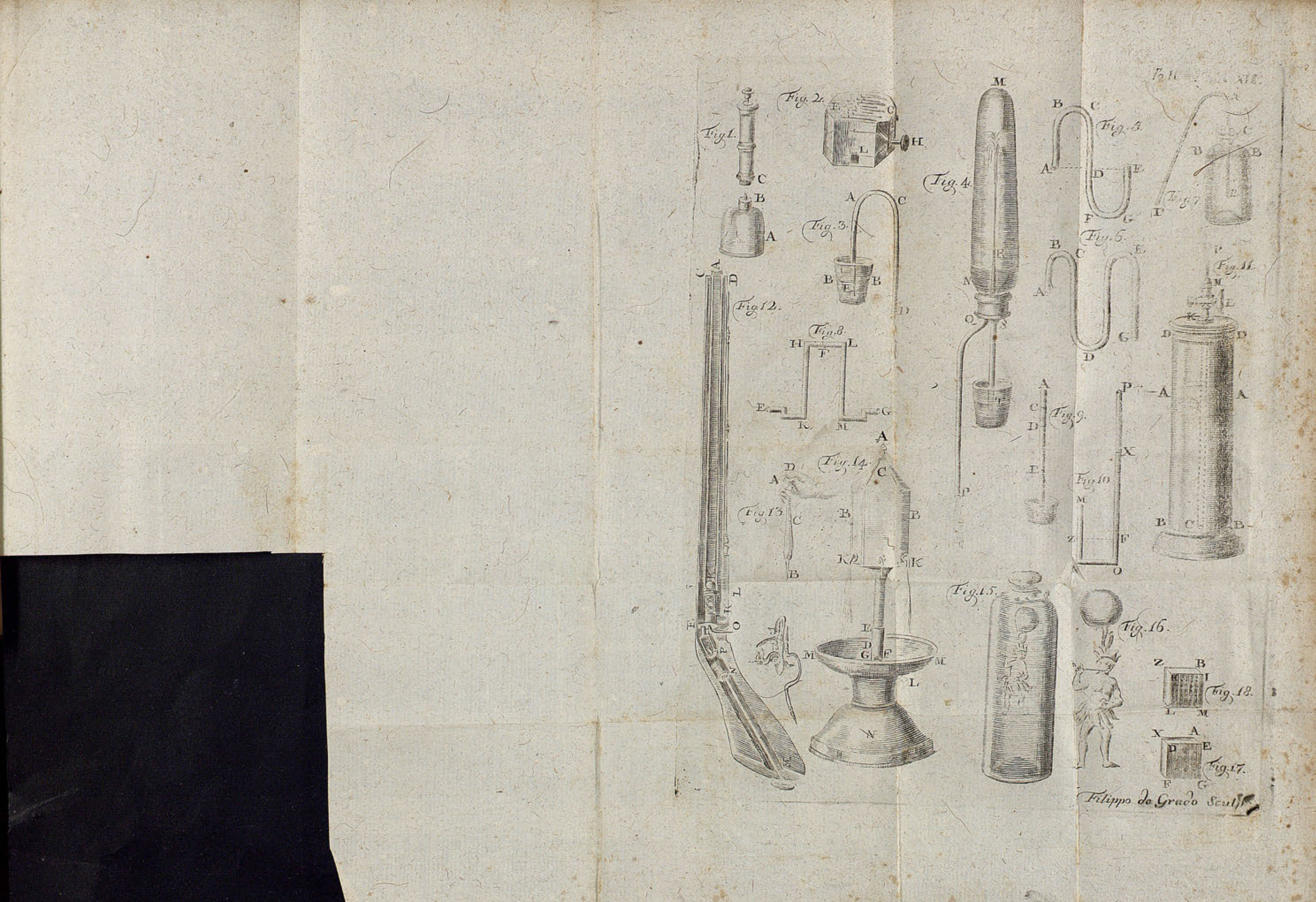
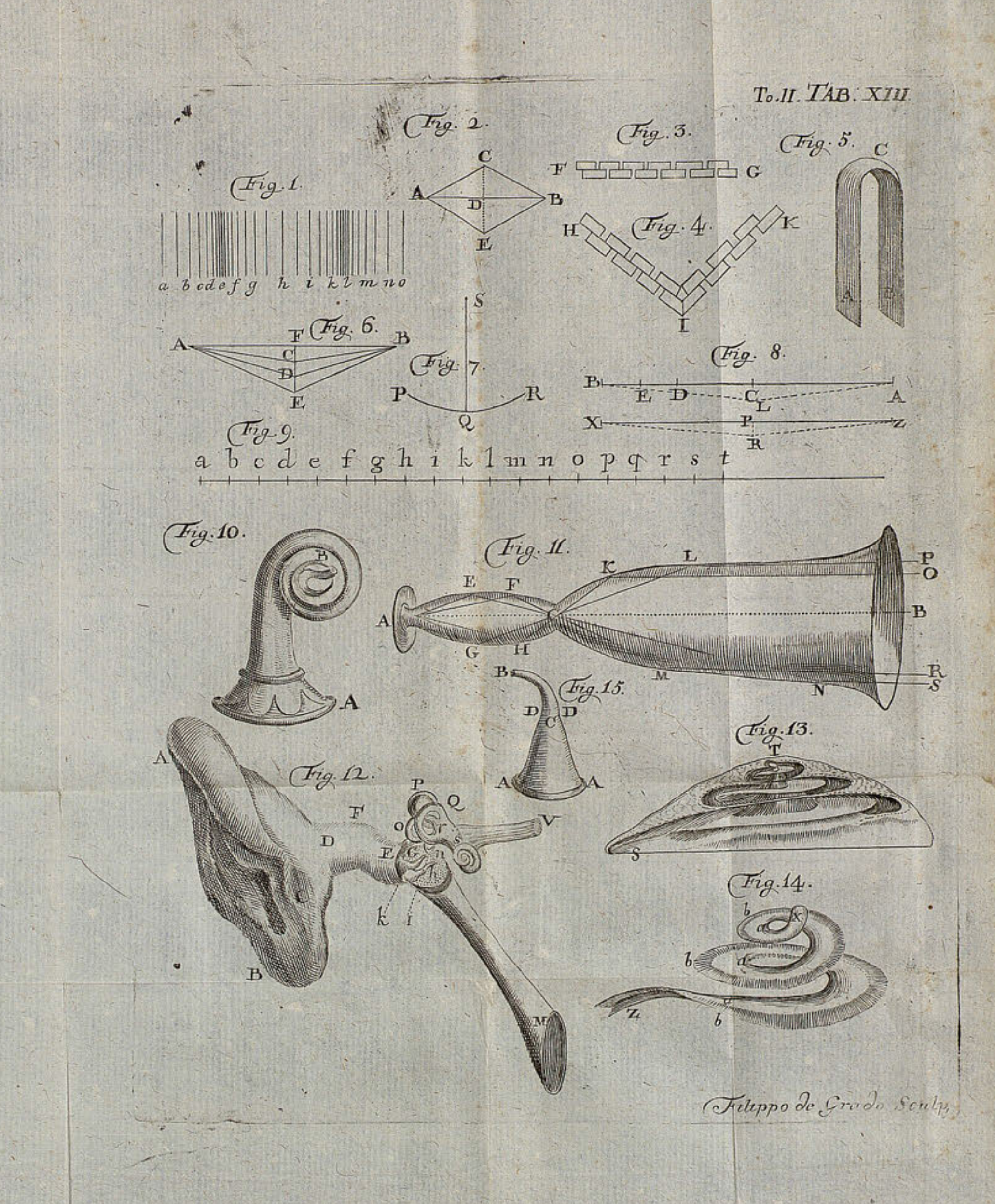
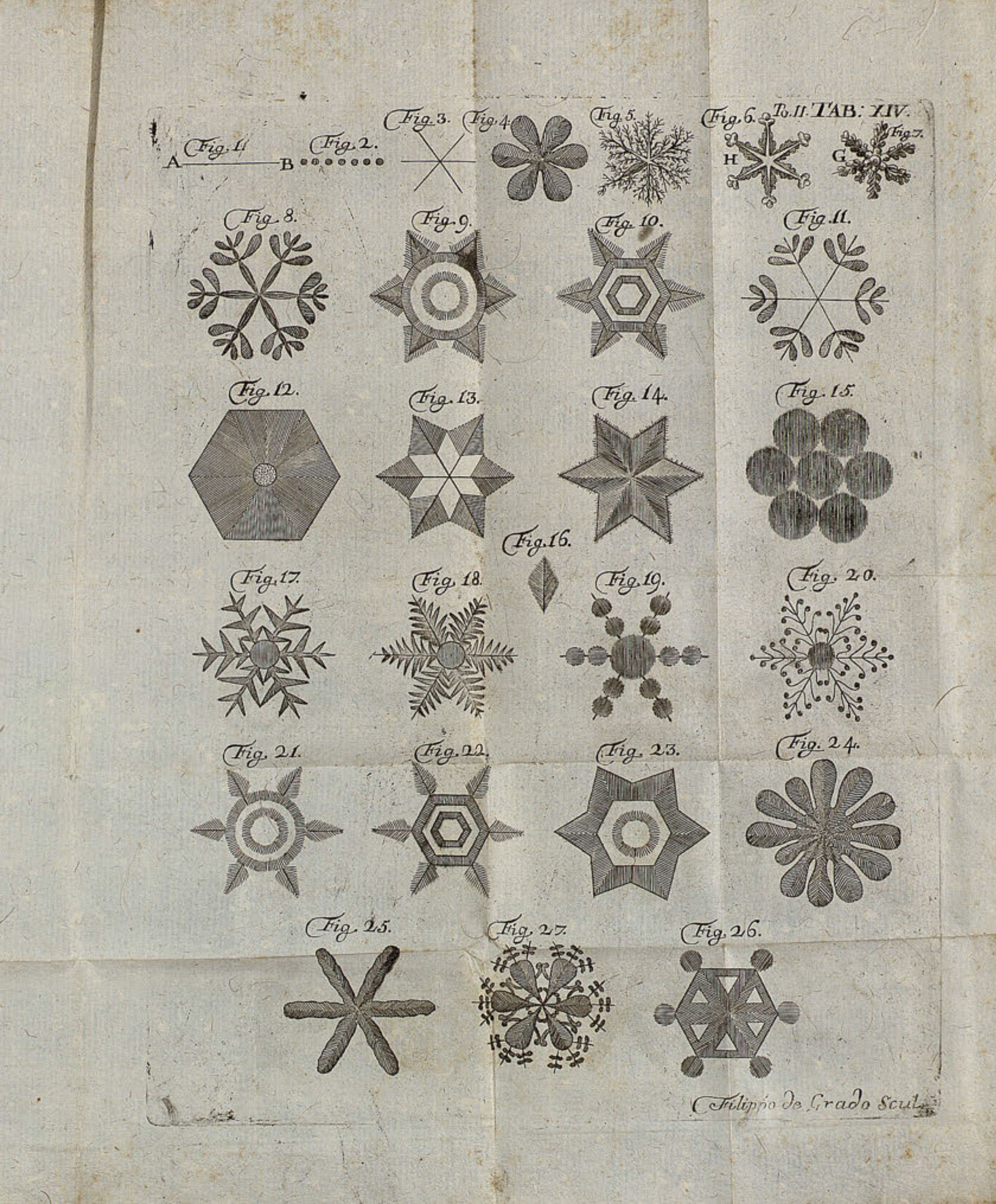


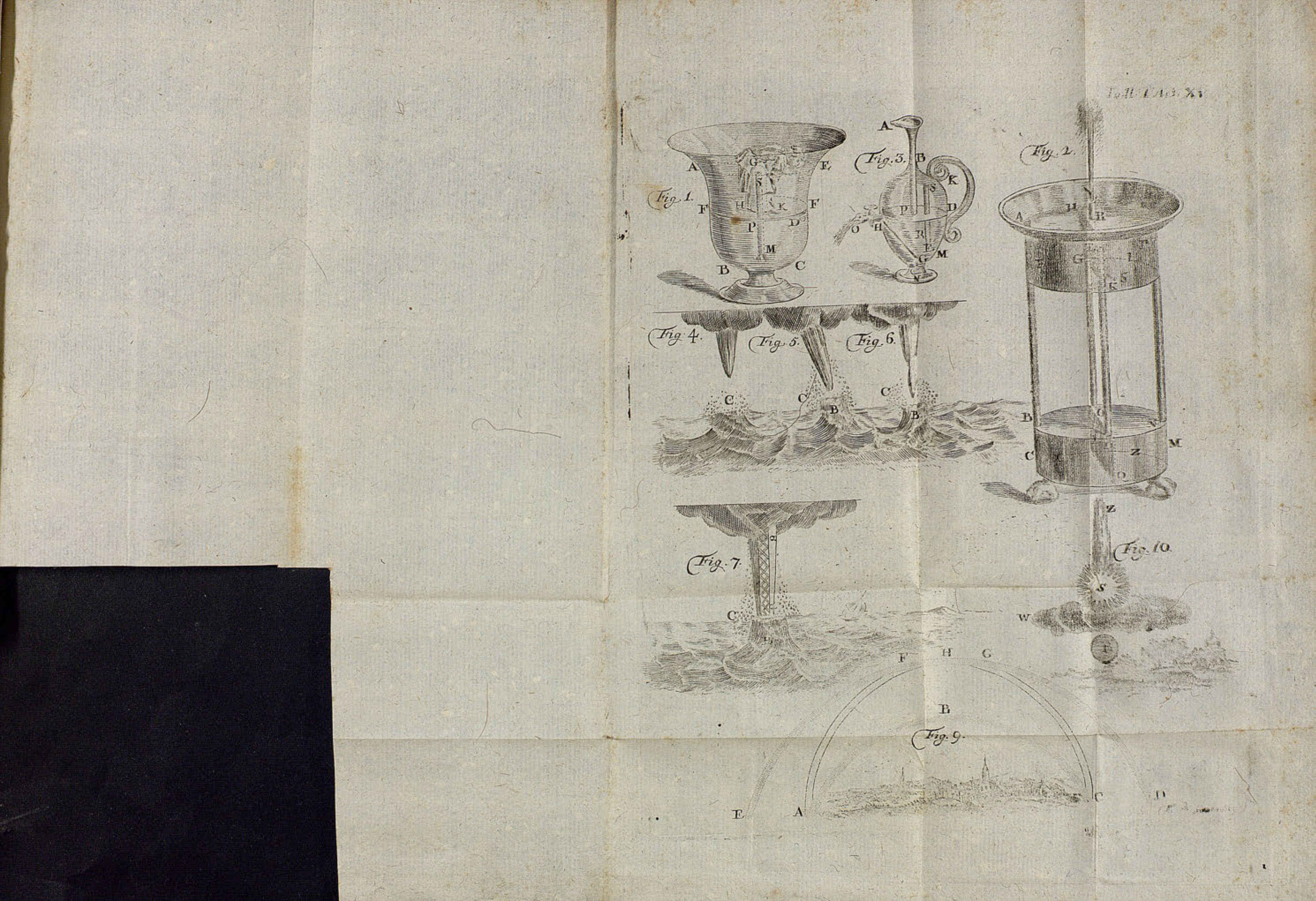
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Filippo de Grado Sculp.


To. II. TAB. XIII.
Fig. 1.
a b c d e f g h i k l m n o
Fig. 2.
A B C D E
Fig. 3.
F G
Fig. 4.
H K I
Fig. 5.
C A B
Fig. 6.
A B F C D E
Fig. 7.
S P Q R
Fig. 8.
B E D C L A
X P R Z
Fig. 9.
a b c d e f g h i k l m n o p q r s t
Fig. 10.
B A
Fig. 11.
A E F G H K L M N P O B R S
Fig. 12.
A B D F E P Q O V k i M
Fig. 13.
T S
Fig. 14.
b a b b z
Fig. 15.
B D C D A A
Filippo de Grado Sculp.

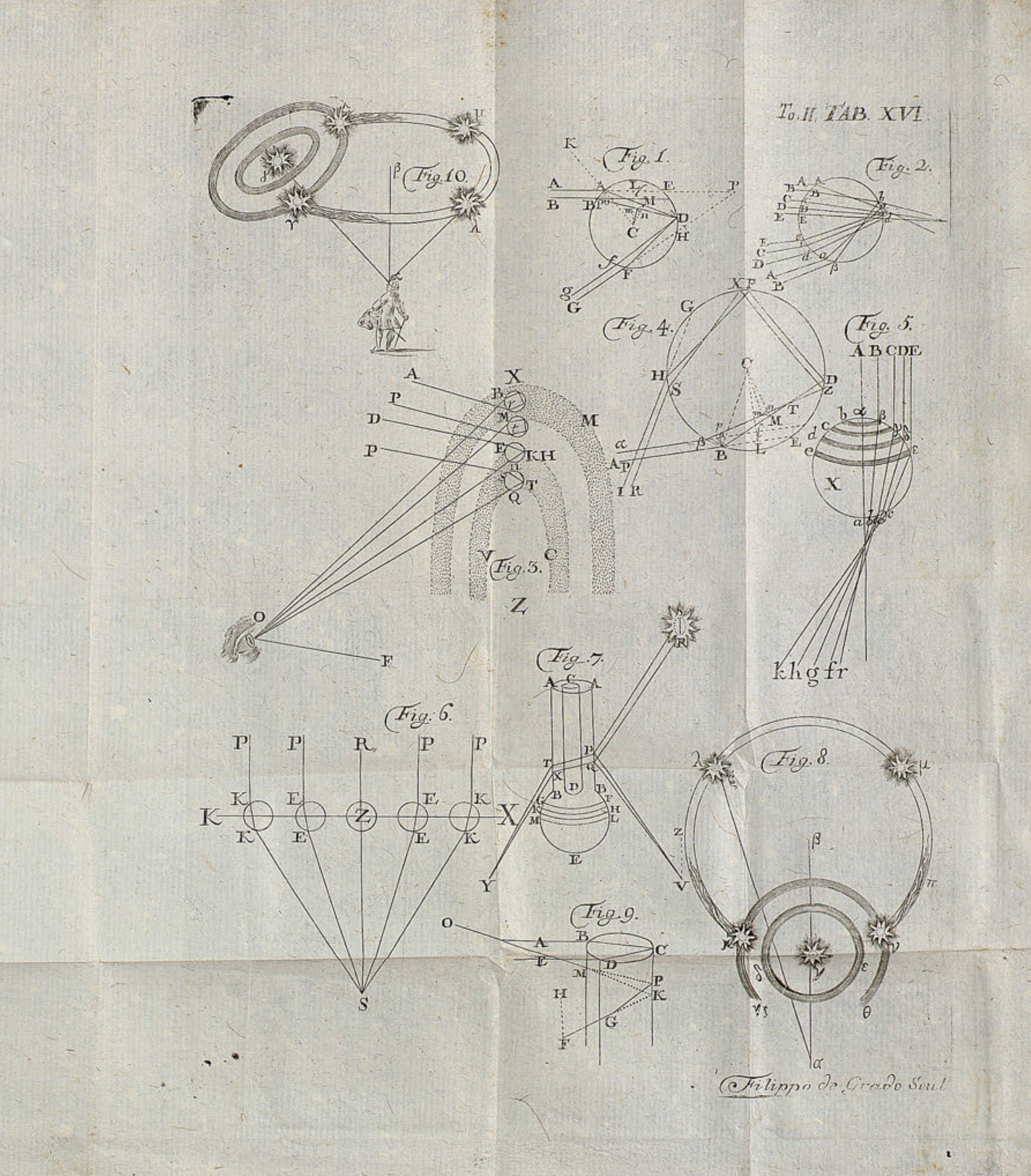



To. II. TAB: XIV.
Fig. 1.
A
B
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
H
G
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21.
Fig. 22.
Fig. 23.
Fig. 24.
Fig. 25.
Fig. 27.
Fig. 26.
Filippo de Grado Scul.


BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
SEVILLA

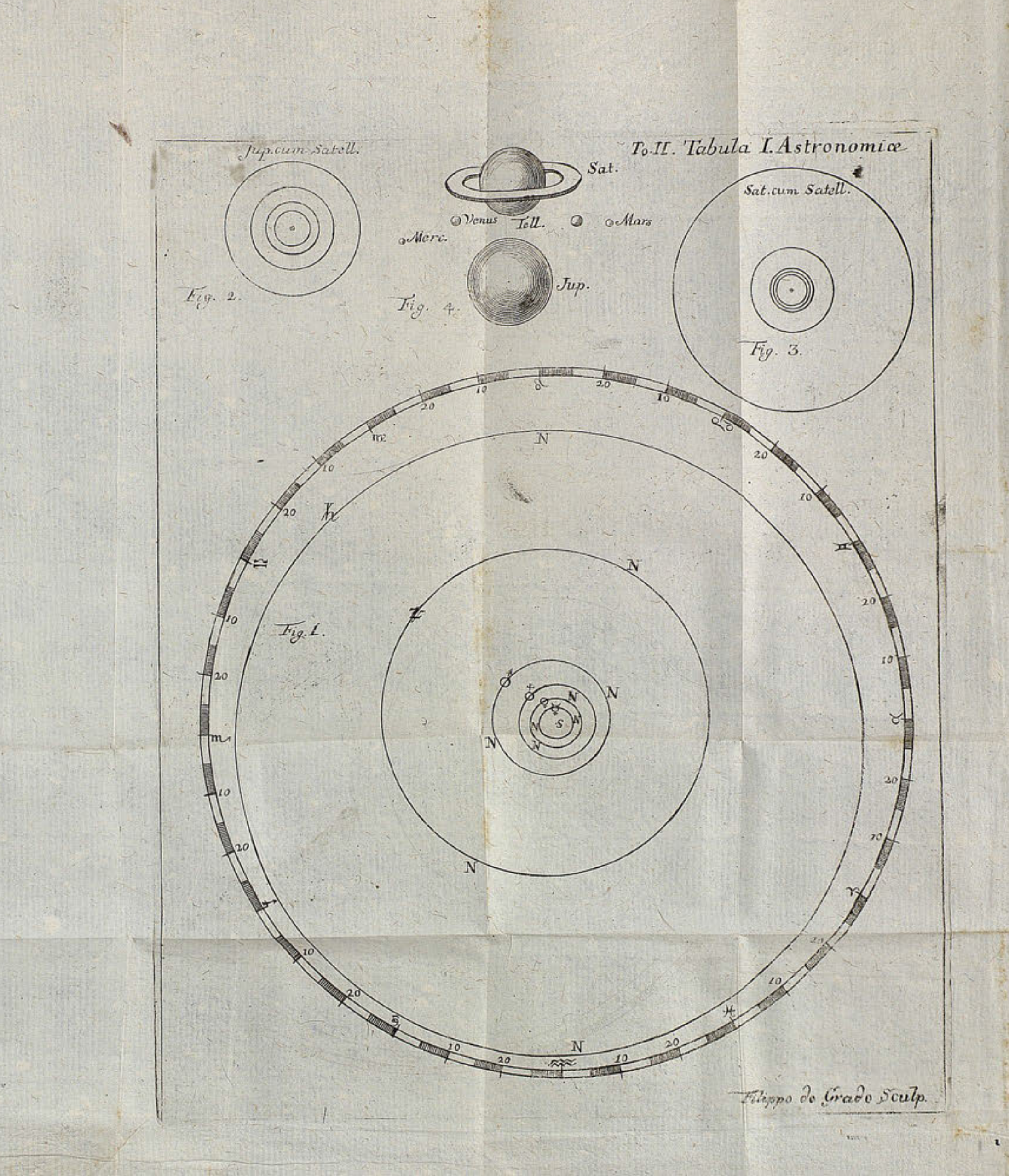

Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 9.
Fig. 10.





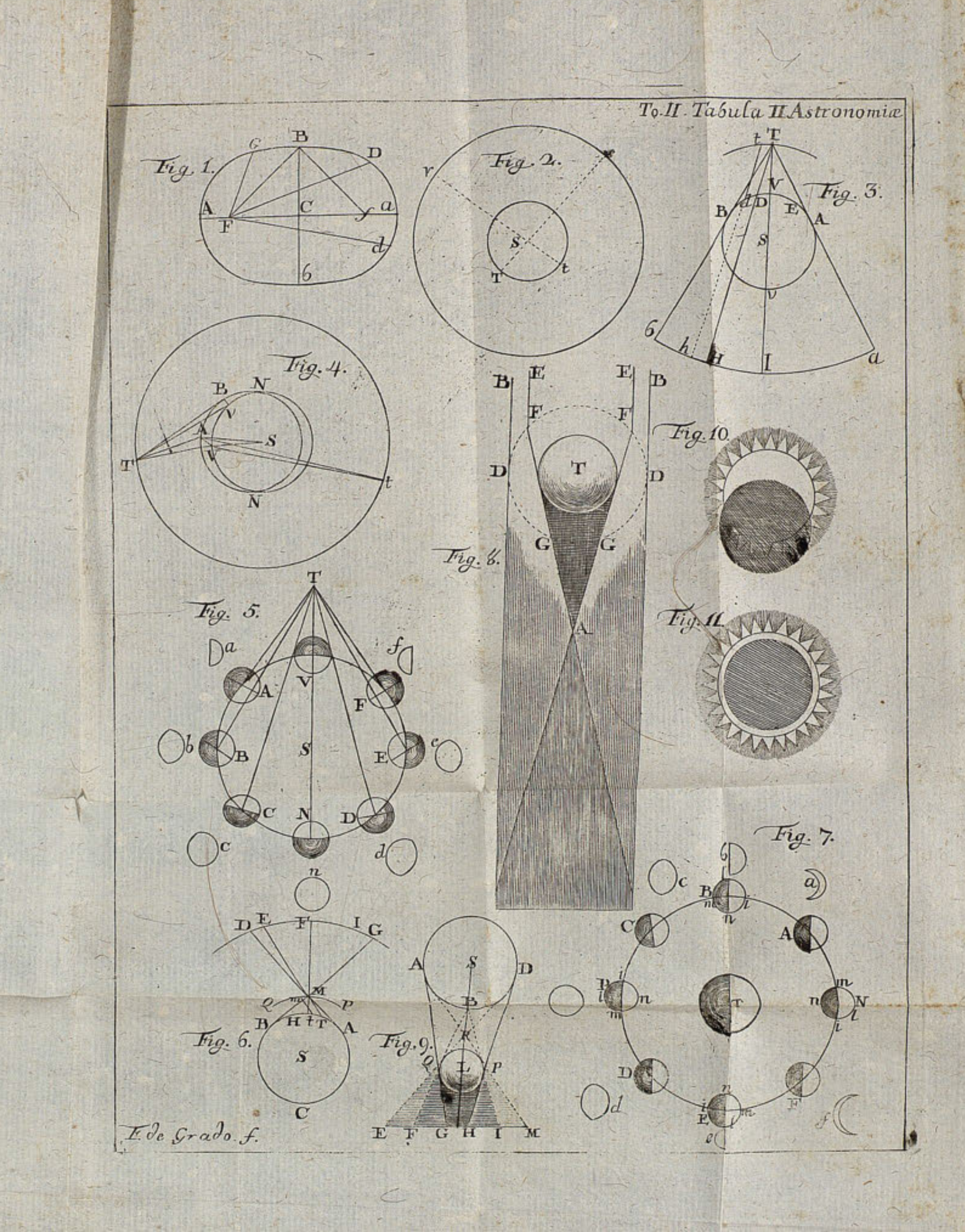
Filippo de Grado Scul.


BIBLIOTECA UNIVERSITARIA



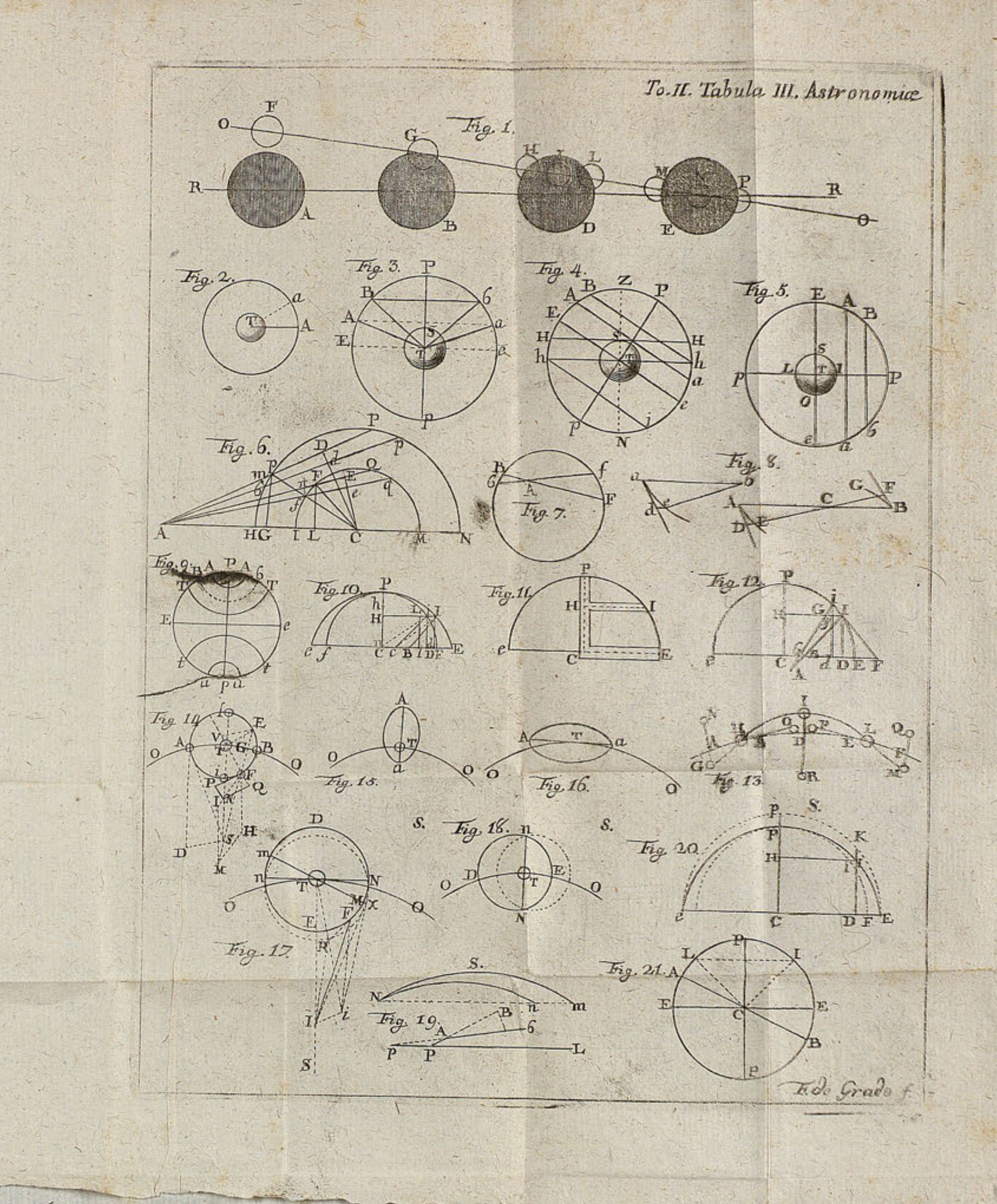
To. II. Tabula I. Astronomicæ
Jup. cum Satell.
Sat.
Sat. cum Satell.
Venus
Tell.
Mars
Merc.
Jup.
Fig. 2.
Fig. 4.
Fig. 3.
Fig. 1.
Filippo de Grado Sculp.



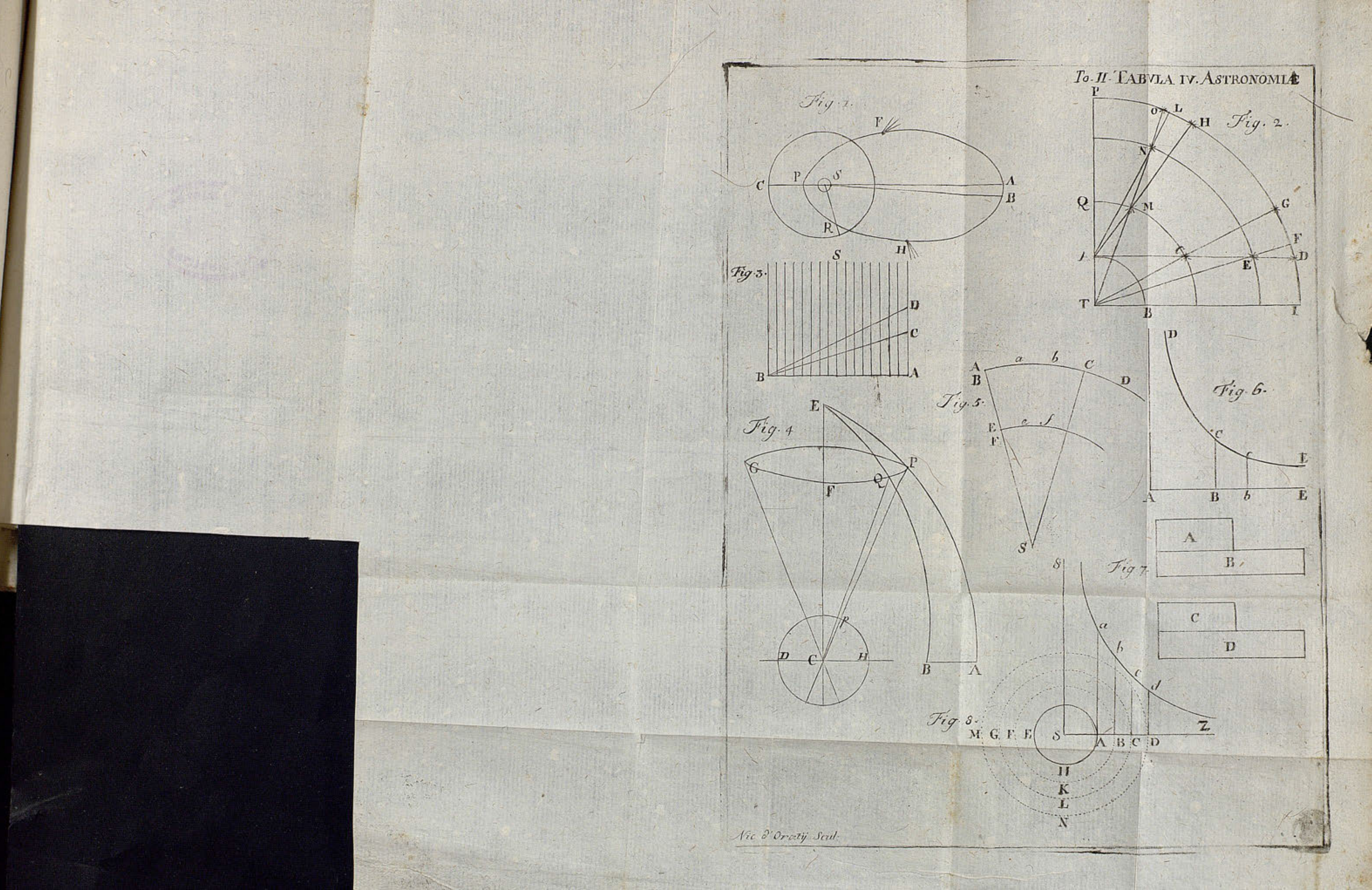


To. II. Tabula II. Astronomiæ
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
F. de Grado f.

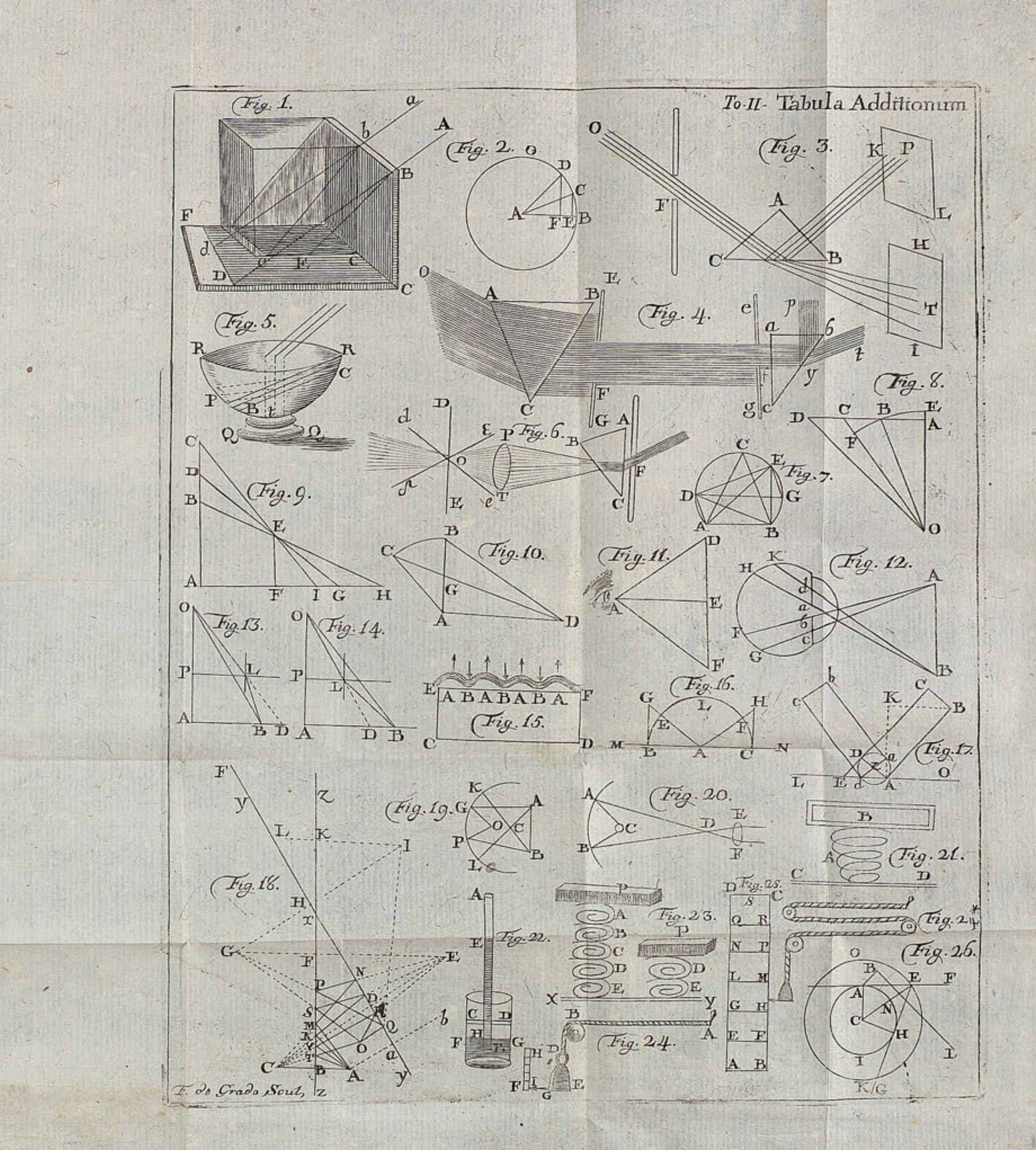

BIBLIOTECA


To. II. Tabula III. Astronomiæ
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21.
F. de Grado f.

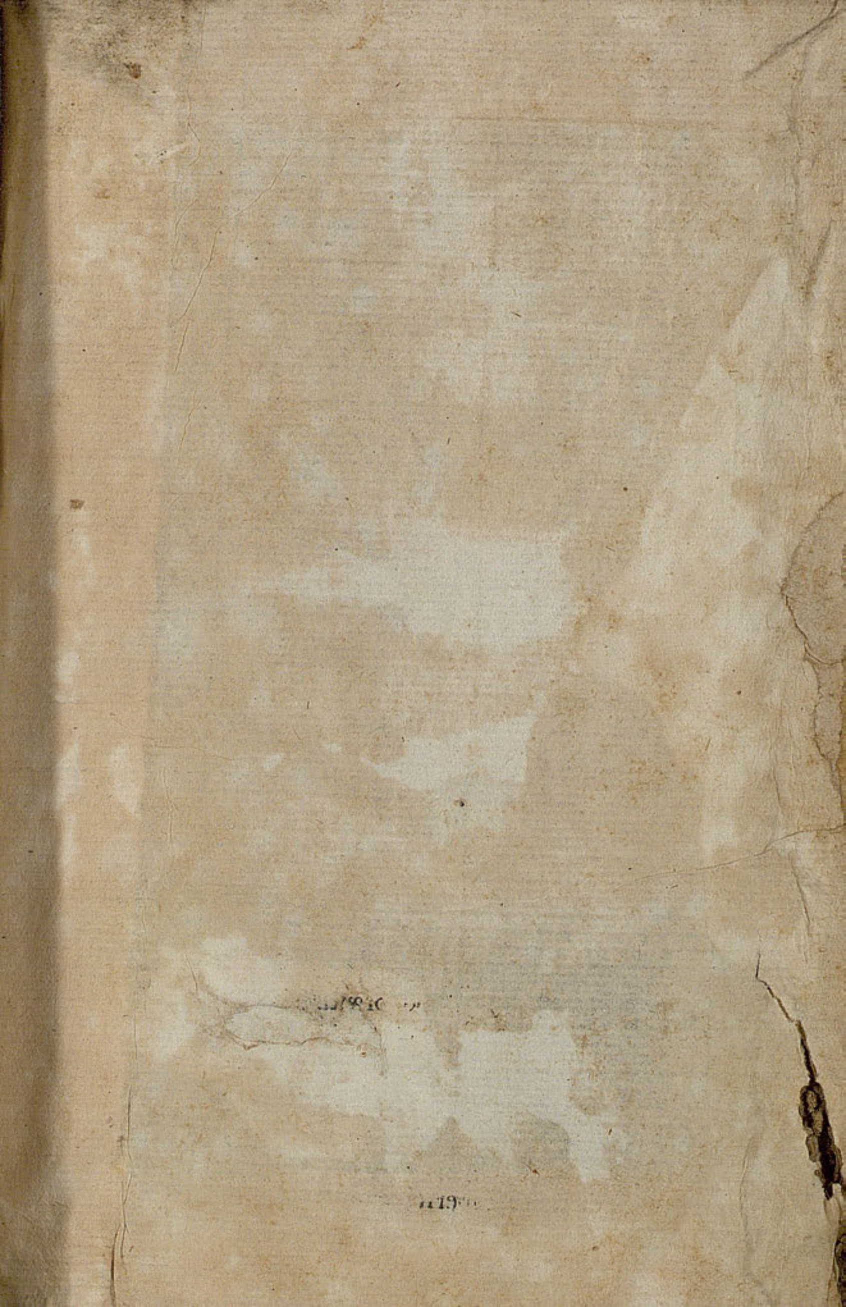

BIBLIOTHECA

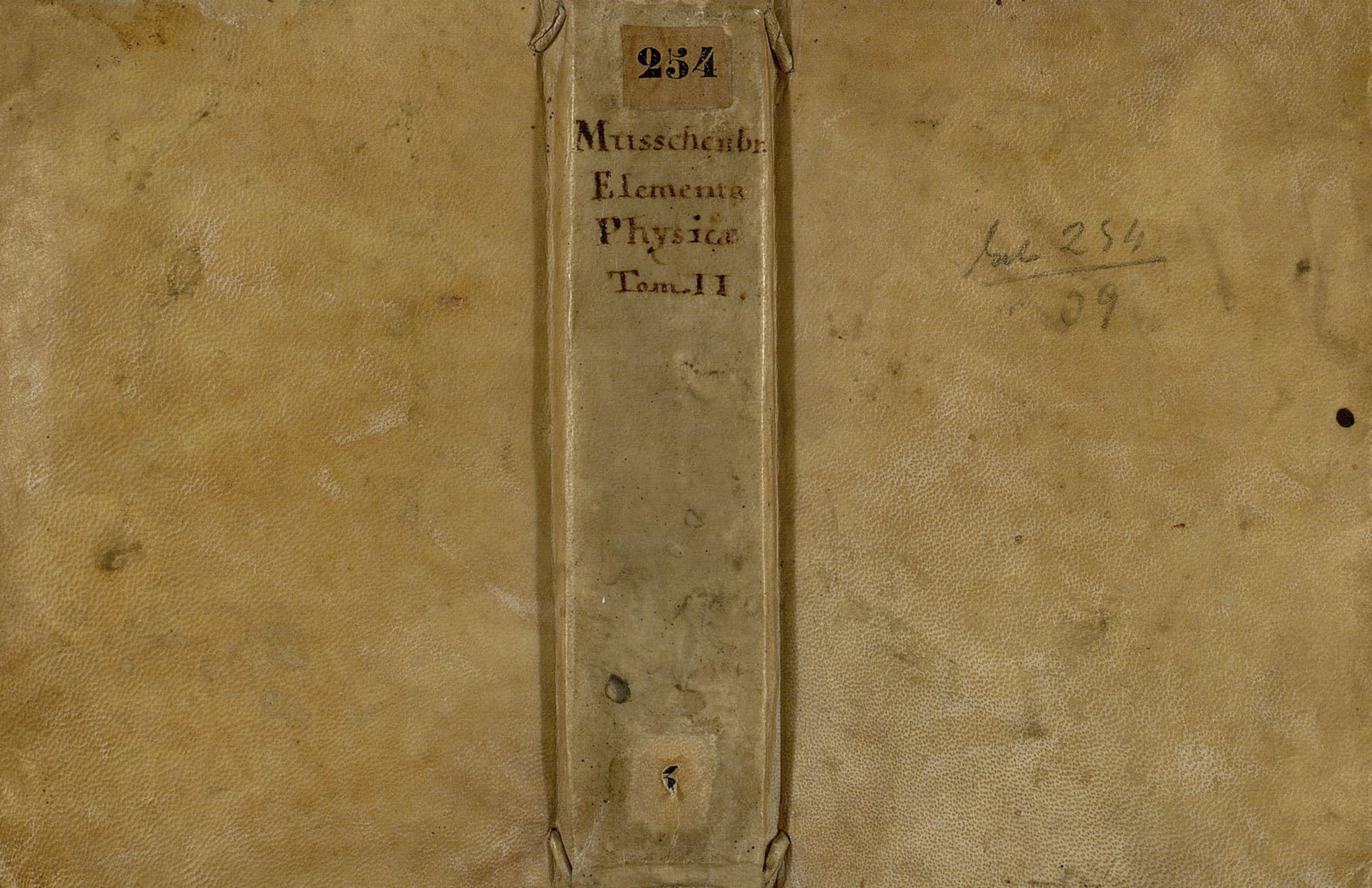

To. II. TABULA IV. ASTRONOMIÆ
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Nic. d'Orazij Sculp.




To. II. Tabula Additionum
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21.
Fig. 22.
Fig. 23.
Fig. 24.
Fig. 25.
Fig. 26.
F. de Grado Scul.


BIBLIOTECA UNIVERSITARIA • SEVILLA




254
Musschenbr.
Elementa
Physicæ
Tom. II.
254
09